Die Verteilung der Schwermineralien in der Süßbrackwassermolasse Niederbayerns

Karl-Heinz Schießl

1962

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Die Verteilung der Schwermineralien in der Süßbrackwassermolasse Niederbayerns

R. UNIV. BIBLIOTHEK LEIPZIG

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades
der
Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät
der
Ludwig - Maximilians - Universität
zu
München

vorgelegt von
Karl-Heinz Schießl
aus
Landshut

eingereicht am 3. Oktober 1962

1. Berichterstatter: Professor Dr. F. NEUMAIER

2. Berichterstatter: Professor Dr.- Ing. A. MAUCHER

Tag der mündlichen Prüfung: 14.11.1962

Inhaltsverzeichnis

		Seite
	Vorwort	1
I.	Einleitung	2
	A. Problemstellung	2
	B. Das Arbeitsgebiet	3
	C. Die Arbeit im Gelände	4
	D. Methodik	5
	1. Korngrößenanalysen	5
	a) Arbeitsmethoden	5
	b) Darstellungsmethoden	6
	2. Analyse der Schwerminerälien	7
	a) Arbeitsmethoden	7
	b) Darstellungsmethoden	8
	E. Literaturübersicht	12
	F. Beschreibung der Schwermineralien	13
II.	Die Schwermineralführung in der Oberen Meeresmolasse (OMM)	15
	A. Blättermergel und Glaukonitsande	15
	1. Schichtbeschreibung	15
	2. Die Verteilung der Korngrößen	17
	3. Die Verteilung der Schwermineralien	18
	a) Der Mineralbestand	19
	b) Die Mineraleigenschaften	2o
	c) Die Abhängigkeit der Schwermineralverteilung von der Korngröße	2o
	d) Die Schwermineralverteilung im Vertikal- und Horizontalprofil	21
III.	Die Schwermineralführung in der Süßbrackwassermolasse (SBM)	22
	A. Die Mehlsande (Einheit I)	22
	1. Schichtbeschreibung	22
	2. Die Verteilung der Korngrößen	24
	3. Die Verteilung der Schwermineralien	25
	a) Der Mineralbestand	25
	b) Die Mineraleigenschaften	27
	c) Die Abhängigkeit der Schwermineralverteilung von der Korngröße	27
	d) Die Schwermineralverteilung im Vertikal- und Horizontalprofil	28
	d1) Die Schwermineralverteilung im Vertikalprofil	28
	d2) Die Schwermineralverteilung im Horizontalprofil	29
	e) Ergebnisse und Folgerungen	3o

Seite

B. Der Schillhorizont (Leithorizont I) 32

1. Schichtbeschreibung 32

2. Die Verteilung der Korngrößen 33

3. Die Verteilung der Schwermineralien 34

a) Der Mineralbestand 34
b) Die Mineraleigenschaften 36
c) Die Abhängigkeit der Schwermineralverteilung von der Korngröße 36
d) Die Schwermineralverteilung im Vertikal- und Horizontalprofil 36
e) Ergebnisse und Folgerungen 37

C. Die Glimmersande (Einheit II) 37

1. Schichtbeschreibung 37

2. Die Verteilung der Korngrößen 39

3. Die Verteilung der Schwermineralien 41

a) Der Mineralbestand 41
b) Die Mineraleigenschaften 42
c) Die Abhängigkeit der Schwermineralverteilung von der Korngröße 42
d) Die Schwermineralverteilung im Vertikal- und Horizontalprofil 43

d1) Die Schwermineralverteilung im Vertikalprofil 43
d2) Die Schwermineralverteilung im Horizontalprofil 44
e) Ergebnisse und Folgerungen 49

D. Der Aussüßungshorizont (Leithorizont II) 49

1. Schichtbeschreibung 49

2. Die Verteilung der Korngrößen 5o

3. Die Verteilung der Schwermineralien 51

a) Der Mineralbestand 51
b) Die Mineraleigenschaften 53
c) Die Abhängigkeit der Schwermineralverteilung von der Korngröße 53
d) Die Schwermineralverteilung im Vertikal- und Horizontalprofil 53

E. Die Schillsande (Einheit III) 54

1. Schichtbeschreibung 54

2. Die Verteilung der Korngrößen 55

3. Die Verteilung der Schwermineralien 57

a) Der Mineralbestand 57
b) Die Mineraleigenschaften 58
c) Die Abhängigkeit der Schwermineralverteilung von der Korngröße 58
d) Die Schwermineralverteilung im Vertikal- und Horizontalprofil 59
e) Ergebnisse und Folgerungen 59

Seite

F. Die Unio-Sande und ihre Äquivalente (Einheit IV) 61

1. Schichtbeschreibung 61

2. Die Verteilung der Korngrößen 61

3. Die Verteilung der Schwermineralien 62

a) Der Mineralbestand 62
b) Die Mineraleigenschaften 64
c) Die Abhängigkeit der Schwermineralverteilung von der Korngröße 64
d) Die Schwermineralverteilung im Vertikal- und Horizontalprofil 64
e) Ergebnisse und Folgerungen 65

IV. Die Ergebnisse über die Schwermineralverteilung der SBM 65

A. Die Mineralauslese durch Verwitterung und Diagenese 65

1. Die synsedimentäre Verwitterung 65

2. Die postsedimentäre Verwitterung 66

3. Die diagenetische Verwitterung 67

B. Die Mineralauslese durch den Transport 67

C. Die Abhängigkeit der Schwermineralverteilung von der Korngröße 69

D. Die Schwermineralverteilung im Vertikalprofil 7o

E. Die Schwermineralverteilung im Horizontalprofil 71

F. Der Einfluß des Moldanubikums auf die Mineralführung der SBM 72

V. Zusammenfassung 73

Literaturverzeichnis 75

Anhang (Schwermineraltabellen)

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546810_0023

Vorwort

Die vorliegende Arbeit gibt Aufschluß über die Verteilung der Schwermineralien in den oberen Teilen der Oberen Meeresmolasse und in der gesamten Süßbrackwassermolasse. Besondere Beachtung galt dem Versuch einer Untergliederung der marinen und brackischen Schichtfolge mit Hilfe von Schwermineralien. Außerdem war die Frage zu klären, ob sich die Schwermineralverteilung einer Schichteinheit mit zunehmender Entfernung vom Liefergebiet ändert.

Meinen lieben Eltern möchte ich an dieser Stelle ganz besonders herzlich danken; sie ermöglichten mir die Ausführung dieser Arbeit und brachten mir stets volles Verständnis entgegen.

Meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. F. NEUMAIER gilt ebenfalls mein besonderer Dank. Er vermittelte mir den ersten Einblick in die geologischen Verhältnisse Niederbayerns und unterstützte diese Arbeit durch wertvolle Ratschläge.

Herrn Professor Dr.-Ing. A. MAUCHER schulde ich für die Bereitstellung aller benötigten Arbeitsgeräte meinen aufrichtigen Dank.

Herrn Dr. W.D. GRIMM danke ich für manche Anregung und das stets große Interesse, das er meiner Arbeit entgegenbrachte. Ebenso bin ich Herrn Dr. H. BATSCHE für manch kritischen Hinweis zu Dank verpflichtet.

Meinen Freunden und Kollegen V. FAHLBUSCH, W. REHSE und K. SUTTER danke ich für die stets gute Kameradschaft.

I. Einleitung

A. Problemstellung

Die bisherigen Untersuchungen in der Süßbrackwassermolasse Niederbayerns erstreckten sich meist auf Spezialkartierungen und feldgeologische Arbeiten. Auf Grund lithologischer und faunistischer Merkmale der Sedimente war eine erste Gliederung der "Oncophoraschichten" möglich. Dabei erwies sich untenstehende Gliederung WITTMANNs (1957) in vier Einheiten und zwei Leithorizonte für das gesamte Verbreitungsgebiet der Süßbrackwassermolasse als gültig:

Unio-Sande	Einheit IV
Schillsande	Einheit III
Aussüßungshorizont	Leithorizont II
Glimmersande	Einheit II
Schillhorizont	Leithorizont I
Mehlsande	Einheit I

Einige Bearbeiter dehnten ihre Untersuchungen auf die Beobachtung der Schwermineralien im ostniederbayerischen Tertiär aus, um mit ihrer Hilfe in erster Linie die Herkunft der brackischen Ablagerungen zu klären.

NEUMAIER & WIESENEDER (1939) und ZÖBELEIN (1940) gelang es mit dieser Untersuchungsmethode, den alpinen Mineralbestand in der brackischen Schichtfolge nachzuweisen. Eine Arbeit von RITTER (1953), welche die Schwermineralien außerdem zur Gliederung der tertiären Ablagerungen Niederbayerns heranzieht, führte diese Untersuchungen fort. All diese Untersuchungen beschränkten sich meist nur auf ein kleines Areal und auf wenige Proben.

Die Aufgabe dieser Arbeit war es nun, die Verteilung der Schwermineralien im gesamten Verbreitungsgebiet der Süßbrackwassermolasse an einer großen Anzahl von Proben zu beobachten. Zum Vergleich wurden außerdem mehrere Proben aus den Blättermergeln und Glaukonitsanden der Oberen Meeresmolasse herangezogen.

Es galt zunächst zu klären, ob eine gesetzmäßige Änderung der Mineralführung im Vertikalprofil eine Gliederung der marinen und brackischen Schichtfolge ermöglicht. Von Bedeutung war ferner die Frage, ob sich der Mineralbestand einer Schichteinheit (im Sinne WITTMANNs) mit zunehmender Entfer-

nung von der distributiven Provinz ändert, welche Mineralien dabei besonders betroffen werden und worauf die Änderungen zurückzuführen sind. Diese Beobachtungen sollten schließlich über die ungefähre Schüttungsrichtung Auskunft geben. Zur Klärung der Schüttungsrichtung trugen außerdem zahlreiche Korngrößenanalysen bei.

Endlich galt das Interesse noch der Frage nach dem Einfluß des Moldanubikums auf die Ablagerungen der Süßbrackwassermolasse im N-Teil des Arbeitsgebietes.

B. Das Arbeitsgebiet

Das Arbeitsgebiet liegt im östlichen Teil Niederbayerns (s. Abb. 1); es erstreckt sich vom Inntal im S, bis zum Vilstal und Donautal im N. Die Westbegrenzung verläuft entlang einer Linie Marktl/Inn - Pfarrkirchen - Haidenburg bis zur Vils; im E reichen die Untersuchungen bis zu einer Linie Malching - Rotthalmünster - Griesbach - Fürstenzell - Sandbach/Donau. Insgesamt ergibt sich so eine E-W-Erstreckung von etwas über 3o km und eine N-S-Erstreckung von rund 4o km.

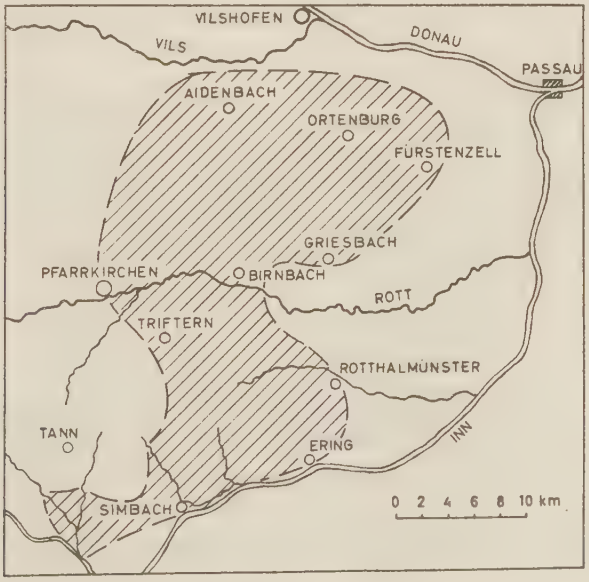


Abb. 1: Die Lage des Arbeitsgebietes (schraffiert)

Mit diesem Areal wurde der gesamte aufgeschlossene Bereich der Süßbrackwassermolasse in Niederbayern erfaßt, der sich im allgemeinen mit dem Untersuchungsgebiet WITTMANNs (1953) deckt. Darüber hinaus erstreckten sich die Untersuchungen auf das Gebiet der Spezialkartierungen von EDER (1954) und WOLF (1956), das sich im NE an das Arbeitsgebiet WITTMANNs anschließt.

Folgende Gradabteilungsblätter im Maßstab 1:25ooo bildeten die Unterlage zu den Untersuchungen: Aidenbach 7444, Ortenburg 7475, Passau 7446, Pfarrkirchen 7543, Birnbach 7544, Griesbach 7545, Triftern 7644, Rotthalmünster 7645/7745, Marktl 7743, Simbach/Inn 7744.

C. Die Arbeit im Gelände

Frühere Arbeiten und Kartierungen kamen meiner Geländetätigkeit, die sich im allgemeinen nur auf Entnahme von Proben beschränkte, sehr zugute, weil daraus zahlreiche Angaben über die Aufschlußverhältnisse und die Verbreitung der einzelnen Schichtglieder entnommen werden konnten. Eingehende feldgeologische Untersuchungen konnten im Rahmen dieser Arbeit nicht vorgenommen werden.

Die Probenahme erstreckte sich über folgende Schichtglieder:

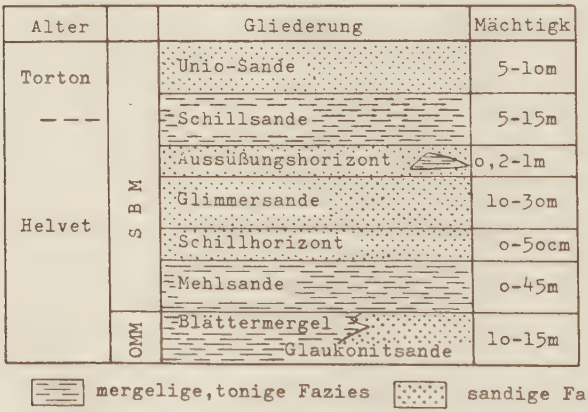


Abb. 2: Die untersuchte Schichtenfolge

Insgesamt wurden 457 Proben gesammelt. Bei der Wahl der Probenpunkte wurde besonders darauf geachtet, daß die Aufschlüsse, denen die Proben entstammten, nach Möglichkeit gleichmäßig über das gesamte Untersuchungsgebiet verteilt waren. Diesem Vorhaben waren manchmal durch die natürliche Verteilung der Aufschlüsse und die unterschiedlichen Aufschlußverhältnisse Grenzen gesetzt.

Bei der Probenahme wurde darauf geachtet, daß das Sediment frisch und unverwittert war. Nur in einigen Fällen wurde bewußt neben frischem auch verwittertes Material entnommen, um einen Einblick in die Veränderung der Mineralgesellschaft bei der Verwitterung zu erhalten.

Die Proben, einem 1-2 m langen Schurfschlitz entnommen, lieferten einen guten Durchschnitt für einen Aufschlußpunkt. War in einem Aufschluß das Sediment in der Körnung sehr uneinheitlich, dann wurde von jedem Sedimenttyp gesondert eine Probe entnommen. Dadurch war es möglich, bei der Auswertung Korngrößeneffekte in der Schwermineralverteilung sogleich zu erkennen und Fehlschlüsse zu vermeiden.

Da die Kornverteilung der marinen und brackischen Schichtglieder zu stark wechselt, ließ sich die Probenahme aus Sedimenten gleicher Korngröße nicht durchführen. Selbst innerhalb einer Einheit treten geringere Korngrößenschwankungen auf, die jedoch im allgemeinen die Mineralführung nicht wesentlich beeinflussen.

In einigen Fällen, in denen eine Schichteinheit in einem vollständigen Profil aufgeschlossen war, wurden im Abstand von 2-3 m über den ganzen Bereich Proben entnommen, um zu prüfen, ob die Mineralführung und Kornverteilung in der Vertikalen größeren Schwankungen unterworfen ist. Solche Änderungen hätten nämlich die Untersuchungen über die regionale Verteilung der Schwermineralien und Korngrößen erschwert oder gar unmöglich gemacht.

D. Methodik

1. Korngrößenanalysen

a) Arbeitsmethoden

Da die Schwermineralführung eines Sedimentes z.T. deutlich von seiner Kornverteilung abhängt, wurde an 13o Proben eine Korngrößenbestimmung

durchgeführt. Diese Untersuchungen ermöglichten es, Korngrößeneffekte in der Schwermineralführung aufzuzeigen und Fehlschlüsse bei der Auswertung zu vermeiden. Außerdem gaben die Analysen Aufschluß über die Kornverteilung einer Schichteinheit und trugen zur Klärung der Schüttungsrichtung bei.

Sande wurden trocken gesiebt, wenn der Anteil <o,o6 mm Ø nicht zu hoch war. Die Sande des Schillhorizontes wurden vor der Siebung mit verdünnter HCl behandelt, um den störenden Anteil an Schalen und Schalenbruchstücken zu beseitigen (s.S.33). Die Einwaage bestand jeweils aus 5o g, bei Grobsand bis Feinkies 2oo g.

Feinsande mit hohem Anteil <o,o6 mm Ø und Schluffe, die in den marinen Ablagerungen, den Mehlsanden und den Schillsanden vorherrschen, wurden mit der Aräometermethode nach Boujoucos-Casagrande untersucht (SCHULTZE-MUHS 195o). Ausgangsmenge für die Analyse waren ebenfalls 5o g. Um ein Koagulieren der Suspension zu verhindern, wurden 5 - 1o ccm einer 6%igen Wasserglaslösung zugesetzt.

b) Darstellungsmethoden

Einen raschen Überblick über die Kornverteilung der einzelnen Schichtglieder vermittelt die Flächendarstellung, das Histogramm. Da es bei der Vielzahl der Analysen nicht möglich war Einzelwerte darzustellen, wurden meist mehrere Proben zusammengefaßt, ihre Mittelwerte errechnet und im Rechteckdiagramm dargestellt.

Zur vergleichenden Betrachtung mehrerer Proben diente die Darstellung durch die Summenkurven; sie ermöglicht einen Überblick über mehrere Analysen in einem Diagramm und läßt Änderungen im Vertikal- oder Horizontalprofil sogleich erkennen.

Aus den Summenlinien wurde auch die mittlere Korngröße einer Probe ermittelt: sie wird durch d e n Korndurchmesser angegeben, der in der Summenkurve 5o % der Gesamtzusammensetzung erreicht (KÖSTER 196o).

Aus den Kornverteilungskurven der einzelnen Analysen ließ sich der Sortierungsgrad nach der Methode von TRASK (1932) errechnen, wonach die Sortierung durch die Formel

$$So = \sqrt{Q3 / Q1}$$

gekennzeichnet wird. Q3 und Q1 geben diejenige Korngröße an, unterhalb

welcher 75% bzw. 25% der Probe liegen. Die Benennung der Sortierungsgrade erfolgte nach FÜCHTBAUER (1959).

bis 1,23	sehr gut
bis 1,41	gut
bis 1,74	mittelmäßig
bis 2,00	schlecht
> 2,00	sehr schlecht

Zur Korngrößenbenennung diente das Schema v. ENGELHARDTs:

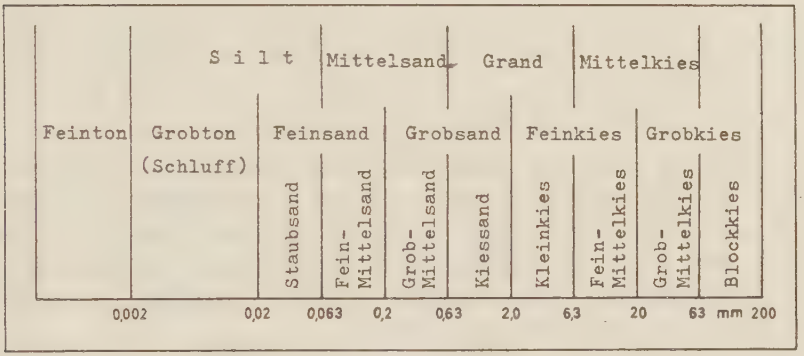


Abb. 3: Die Korngrößenbenennung nach v. ENGELHARDT

Da in diesem Schema die Fraktion zwischen 0,002 - 0,02 mm Ø (Grobton, Schluff) nicht weiter unterteilt ist, die Proben aus den Mehlsanden, Schillsanden und marinen Mergeln jedoch zum großen Teil ihre Maxima in diesem Bereich aufweisen, habe ich eine weitere Unterteilung bei 0,006 mm Ø in Grobschluff und Feinschluff vorgenommen.

2. Analyse der Schwermineralien

a) Arbeitsmethoden

Zur Herstellung der Kornpräparate diente die Kornfraktion 0,056 - 0,25 mm Ø, die durch Schlämmen aus 360 Proben gewonnen wurde. Die Abtrennung der Schwermineralien geschah an einer Einwaage von 2 g mit Acethylentetrabromid (Dichte 2,96 - 2,97 bei 20° C) in einer Zentrifuge bei 3000 Umdrehungen /Min. Durch dieses gleiche Ausgangsgewicht war es möglich, neben dem prozentualen Verhältnis der Schwermineralien zueinander, auch auf die quantitative Be-

teiligung der Schwermineralien am Sediment einzugehen. Die Schwermineralien wurden in "DMS-Balsam" (Lichtbrechung n = 1,543) eingebettet und als Dauerpräparate aufbewahrt.

Die Auszählung erfolgte nach Gesichtsfeldern, die statistisch über das gesamte Präparat verteilt lagen und nicht nur einen Ausschnitt des Präparates erfaßten. Auf diese Weise wurden im Präparat möglichst 3oo Schwermineralien ohne Granat- und Opakanteil ausgezählt. Meist lag die Zahl jedoch etwas höher, zwischen 3oo und 4oo; nur selten unterschritt sie 3oo und war dann durch die geringe Anzahl der Körner im Präparat bedingt. Wie zahlreiche Autoren nachweisen, ist diese Zahl durchaus zufriedenstellend. Besonders KRUMBEIN & PETTIJOHN (1938) und DÜRR (1953) lieferten den Nachweis, daß mit einer Auszählung von mehr als 3oo Körnern keine wesentlich günstigeren Ergebnisse erzielt werden können.

In den Glimmersanden sollten außerdem Größenmessungen an Granatkörnern Aufschluß geben über die rasche Abnahme des Granatgehaltes von S nach N. Gemessen wurde jeweils nur die längste Achse dieses Minerals. Die graphische Darstellung der Größenverteilung der Granate erfolgte in der Art der Histogramme: die Ordinate trägt die Prozenteinteilung; die Abszisse ist in Abschnitte von 14,2 μ unterteilt.

Zur Untersuchung der leichten Fraktion diente ebenfalls die Kornfraktion zwischen o,o56 - o,25 mm Ø, wobei die Präparate jedoch nur zur qualitativen Feststellung des Hauptmineralbestandes herangezogen wurden.

b) Darstellungsmethoden

Die Ergebnisse der Schwermineralanalysen wurden aus den Zähllisten zunächst für jedes Schichtglied in Tabellen zusammengefaßt und in Prozenten angegeben. In diese Prozentangaben sind Granat und Opak nicht einbezogen. Sie werden getrennt davon durch den Ausdruck

$$\frac{\text{Granat (bzw. Opak)}}{\text{sämtliche Schwermineralien ohne Granat und Opak}} \times 100$$

wiedergegeben und ebenfalls in Prozenten angeführt. Sie gehen für die Auswertung folglich nicht verloren. Die gesonderte Betrachtung des Granatanteiles war vor allem durch die häufig beträchtlichen Unterschiede in der Granatführung begründet. Diese Schwankungen hätten bei einer gemeinsamen Aufführung aller Schwermineralien die Werte der übrigen

Mineralien entscheidend beeinflußt und die Auswertung erschwert. Vor allem die vorherrschenden Mineralien, Epidot und Hornblende, deren Beteiligung meist sehr einheitlich ist und die bei der Auswertung eine bedeutende Rolle spielen, hätten keine gesetzmäßigen Änderungen, wie sie im Vertikal- und Horizontalprofil auftreten, erkennen lassen.

Der Opakanteil erscheint von den übrigen Mineralien deshalb getrennt, weil seine Beteiligung für die untersuchten Schichtglieder wenig charakteristisch und für die Auswertung bedeutungslos ist.

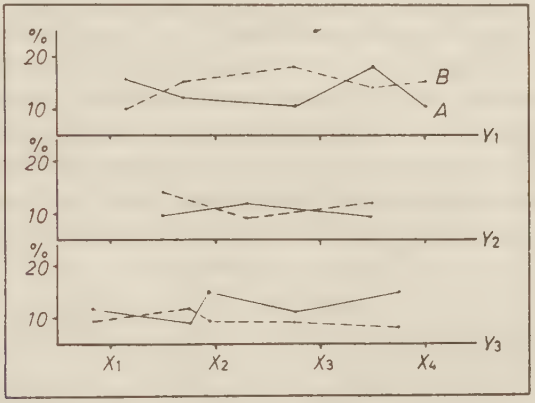


Abb. 4: Schematische Darstellung der Mineralprofile (X=Rechtswert, Y=Hochwert)

Zur Darstellung der Schwermineralführung im Horizontalprofil soll die folgende Methodik einen Überblick über die Verteilung eines Minerals im gesamten Verbreitungsgebiet geben. Aus dieser Darstellung sind regionale Änderungen der Prozentgehalte eines Minerals unmittelbar zu ersehen. Sie erfolgt in ähnlicher Weise wie in den Mineralprofilen, die LEMCKE, v. ENGELHARDT & FÜCHTBAUER (1953) verwendeten: die Prozentgehalte erscheinen auf der Ordinate; die Abszisse wird nach Längengraden, den Rechtswerten, unterteilt (nicht wie in obiger Arbeit nach der Teufe). Von der zugehörigen Abszisse aus werden nun die Prozentwerte der Mineralien Probe für Probe eingetragen und verbunden. Aus diesem Diagramm lassen sich auch kleinere Schwankungen in der Mineralverteilung verfolgen. Auf diese

Weise kann die Änderung des Mineralgehaltes in E-W-Richtung ermittelt werden. Um die Änderung in N-S-Richtung gleichzeitig verfolgen zu können, wird das Arbeitsgebiet entlang den Breitengraden (Hochwerten) in Streifen von 4 km-Breite zerlegt. Alle Proben innerhalb eines solchen Streifens sind, geordnet nach ihren Rechtswerten, in einem Diagramm zusammengefaßt und die Diagramme untereinander angeordnet. Damit war es möglich, das Vorkommen eines Minerals im gesamten Verbreitungsgebiet rasch zu beurteilen. Die Abszisse, als Grundlinie eines Diagrammes, entspricht jeweils einem Hochwert (s.Abb. 4, S.9).

In einem Diagramm erscheinen der Übersichtlichkeit wegen nur die Prozentgehalte zweier Mineralien. Folgende Mineralpaare eines jeden Schichtgliedes sind auf diese Weise dargestellt: Granat und Opak, Epidot und Hornblende, Apatit und Staurolith, Turmalin und Disthen. Diese paarweise Zusammenfassung ergab sich zunächst durch die verschieden starke Beteiligung der einzelnen Mineralien, wobei jeweils ein Mineralpaar mit ungefähr gleichen Prozentwerten zusammengestellt wurde. Außerdem spielte die Gegenüberstellung von Mineralien unterschiedlicher, chemischer oder mechanischer Widerstandsfähigkeit eine Rolle.

Im Zusammenhang mit den Mineralprofilen sei noch auf die Schwermineraltabellen hingewiesen: die Proben erscheinen in den Mineraltabellen in der gleichen Reihenfolge, wie sie in den einzelnen Diagrammen von links nach rechts eingetragen sind. Die Anordnung der Einzeldiagramme von oben nach unten wird in den Tabellen durch Abschnitte gekennzeichnet.

Für die Obere Meeresmolasse, den Schillhorizont, den Aussüßungshorizont und die Unio-Sande sind die Werte der Schwermineralien wegen der geringen Probenzahl nicht nach Rechts- und Hochwerten in die Diagramme eingezeichnet. Hier werden die Mineralpaare jeweils in einem Diagramm zusammengefaßt und in der Reihenfolge wie in den Tabellen angeführt.

Zur Darstellung von Mittelwerten sämtlicher Schwermineralien eines Schichtgliedes oder zur Gegenüberstellung verschiedenartiger Proben dient das Säulendiagramm. Es hat den Vorzug, daß im Gegensatz zu den Mineralprofilen, in denen jeweils nur zwei Mineralien eingetragen werden, sämtliche Schwermineralien nebeneinander auftreten. Bei der Gegenüberstellung mit einem weiteren Diagramm lassen sich die Änderungen sämtlicher Schwermineralien gleichzeitig überblicken. In dieser Darstellung erscheinen auch die Granat- und Opakanteile, die nicht gemeinsam mit den übrigen Mineralien auf loo% umgerechnet wurden. Aus diesem Grund wird die Prozenteinteilung der Ordinate in "Häufigkeit des Auftretens" umbenannt. Die Möglichkeit des Vergleiches bleibt dadurch unbeeinträchtigt.

Eine Umrechnung auf loo % unterblieb, weil diese bei der Vielzahl der Proben einmal recht langwierig wäre und außerdem die Werte aller Mineralien relativ verringert und so einen Vergleich mit den übrigen Darstellungen und Tabellen nur erschwert hätte. Durch die Umbenennung in "Häufigkeit des Auftretens" können die Prozentgehalte der Schwermineralien (auch Granat- und Opakwerte, die sich wieder auf sämtliche Schwermineralien beziehen) unmittelbar mit den übrigen Darstellungen verglichen werden.

Eine kleine Abänderung dieser Darstellungsmethode ermöglicht es, die mittlere Schwermineralbeteiligung sämtlicher Schichtglieder zu vergleichen: die Ordinate trägt die Prozenteinteilung, wobei die Prozentwerte der einzelnen Schwermineralien von unten nach oben aufgetragen und jeweils zu den vorhergehenden Werten addiert werden. Die Abschnitte auf der Abszisse stellen dann schematisch die Schichtfolge dar. Die Granat- und Opakwerte erscheinen kombiniert mit dieser Darstellung in der Art der Mineralprofile. Ihre Prozentangaben beziehen sich wieder auf sämtliche Schwermineralien ohne Granat und Opak.

In dieser Arbeit werden folgende Signaturen und Abkürzungen verwendet:

Opak = Op

Granat = Gr

Epidot = Ep

Hornblende = Ho

Staurolith = St

Apatit = Ap

Disthen = Di

Turmalin = Tu

Zirkon + Rutil = Zi = Ru

Titanit = Ti

Zoisit = Zs
Glaukophan = Gl
Andalusit = Ad

Sillimanit = Si
Anatas = As
Korund = Ko

In den Schwermineraltabellen erscheinen außerdem folgende Abkürzungen:

Probenummer = Nr.
Gewicht der Schwermineralien in mg (aus 2 g Einwaage) = Gew

E. Literaturübersicht

NEUMAIER & WIESENEDER (1939) versuchten erstmals mit Hilfe von Schwermineralien die marinen und brackischen Ablagerungen der Kartenblätter Birnbach und Griesbach näher zu charakterisieren und ihre Herkunft festzustellen. Ihre Untersuchungen sollten nicht stratigraphische Fragen lösen, sondern "eine Verfeinerung der petrographischen Kennzeichnung der Sedimente" bringen. Die Sedimente der Oberen Meeresmolasse und der brackischen Oncophoraschichten konnten sie auf Grund folgender Mineralassoziation aus dem alpinen Raum herleiten: Epidot, Zoisit, grüne Hornblende, Granat, Staurolith, Disthen und Titanit sprechen nach ihrer Ansicht eindeutig für ein Liefergebiet von der Zusammensetzung des alpinen Kristallins. Sie sahen es außerdem als erwiesen an, daß neben dem alpinen Kristallin auch Sedimente der nordalpinen Saumtiefe (Flysch, helvetische Zone und Oligozänmolasse) klastisches Material, vor allem Quarz und einen Teil der umlagerungsstabilen Mineralien geliefert haben. Die Beteiligung moldanubischen Materials in den marinen und brackischen Ablagerungen konnten NEUMAIER & WIESENEDER nur in einer schmalen nördlichen Randzone des Molassebeckens nachweisen. Dort kommen in den marinen Ablagerungen reichlich Zirkon, Monazit, gelegentlich Dumortierit, Sillimanit, Cordierit und braune Hornblende vor, deren Beteiligung sie ausschließlich durch Aufarbeitung des kristallinen Untergrundes erklären.

ZÖBELEIN (1940) fand in den marinen und brackischen Schichten des Positionsblattes Pfarrkirchen die gleiche Schwermineralbeteiligung wie NEUMAIER & WIESENEDER auf den Blättern Birnbach und Griesbach. In den brackischen Schichten stellte ZÖBELEIN eine geringe Epidotabnahme und Apatitzunahme gegenüber den marinen Ablagerungen fest; außerdem wies er auf die damit verbundene, deutliche Abnahme des Glaukonitgehaltes und Zunahme des Glimmergehaltes hin. Eine Gliederung der unverwitterten marinen und brackischen Ablagerungen seines Gebietes mit Hilfe von Schwermineralien bezeichnete er als unmöglich.

RITTER (1953) versuchte in vier Bohrungen (Ortenburg CF lool a, lool, loo2, loo3) des ostniederbayerischen Tertiärs eine stratigraphische Korrelation mit Hilfe von Schwermineralien. Außerdem untersuchte er Proben aus dem östlichen Niederbayern und Oberösterreich. Er findet die Ergebnisse von NEUMAIER & WIESENEDER und ZÖBELEIN auch für sein Unter-

suchungsgebiet bestätigt: die überwiegend alpine Schwermineralassoziation der marinen und brackischen Ablagerungen und die geringe Beteiligung moldanubischen Materials nur im N des Molassetroges. Darüber hinaus weist er für die Ablagerungen der Oberen Meeresmolasse und Süßbrackwassermolasse deutliche Unterschiede in der Mineralführung nach: in der Oberen Meeresmolasse betragen die Epidotgehalte um 6o % und sinken in der Süßbrackwassermolasse auf 2o % ab. In diesem Zusammenhang weist er darauf hin, daß diese starke und plötzliche Epidotabnahme zwischen den marinen und den brackischen Ablagerungen auch in der westlichen Molasse zu finden ist und von FÜCHTBAUER (1951) dort als "B-Grenze" bezeichnet wurde. Wegen der gleichartigen Verhältnisse in beiden Gebieten übernimmt er den Begriff "B-Grenze" auch für den niederbayerischen Raum.

Die jüngeren Arbeiten von EDER (1954) und WOLF (1956) finden die oben angeführten Ergebnisse auch für die Kartenblätter Aidenbach, Ortenburg und Fürstenzell bestätigt.

F. Beschreibung der Schwermineralien

Granat: Meist große, splittrige bis gerundete Körner. Farblos bis schwach rötlich. Teils schwach korrodiert: Ätzgruben, Ätzwarzen. In gröberen Sedimenten (Glimmersande, Aussüßungshorizont, Unio-Sande) meist stärker angereichert, in feineren Ablagerungen (Mehlsande, Schillsande) nicht sehr häufig.

Epidot: Vorwiegend gerundet, seltener splittrig, ohne Beziehung zur Kristallform. Farblos bis gelbgrün; nicht selten deutlicher Pleochroismus. Tiefer gefärbte Varietäten mit fleckigen, hohen Interferenzfarben. In Glimmersanden, Aussüßungshorizont und Unio-Sanden häufig getrübt und leicht angeätzt. Sehr häufig in der OMM und im unteren Teil der Mehlsande; deutliche Abnahme in den übrigen brackischen Einheiten.

Zoisit: Unregelmäßig prismatisch. Farblos. Bezeichnend sind lavendelblaue Interferenzfarben. In allen Schichtgliedern sehr selten.

Hornblende grün: Unregelmäßig prismatisch, nach der c-Achse gestreckt. Sehr gute Längsspaltbarkeit. Farblos bis grün, mit Pleochroismus von gelbgrün nach blaugrün. Leicht verwitterbar; in gröberen Sedimenten teilweise "hahnenkammartige" Prismenenden. Mit Ausnahme der OMM und der unteren Teile der Mehlsande in allen bearbeiteten Schichteinheiten sehr häufig.

Hornblende braun: Ebenfalls prismatisch, mit unregelmäßigen Prismenenden. Meist schwacher Pleochroismus. Gegenüber den grünen Varietäten meist nicht korrodiert. Weit weniger häufig als grüne Hornblende.

Glaukophan: Unregelmäßige Spaltplättchen nach (llo). Bezeichnender Pleochroismus von blau nach violett. Gilt als typisch alpines Mineral.

Mengenmäßig stark zurücktretend, aber doch regelmäßig vorhanden; in der OMM und den Mehlsanden etwas häufiger als in den übrigen Einheiten der SBM.

Staurolith: Unregelmäßige, scherbige Körner. Hellgelb bis rötlich gelb, mit deutlichem Pleochroismus; selten farblos. Verwitterungs- und transportbeständig; im Arbeitsgebiet keine Korrosionserscheinungen. Selten in feinkörnigen Ablagerungen (Mehlsande, Schillsande), häufiger in gröberen Sedimenten (Glimmersande, Aussüßungshorizont, Unio-Sande).

Apatit: Meist kurzprismatische, gutgerundete Körner. Farblos; nicht selten Opakeinschlüsse. Geringe Doppelbrechung. Äußerst verwitterungsinstabil. In allen Einheiten der SBM gleichmäßig vertreten.

Disthen: Scharfkantige Spaltformen, meist nach (100). Sehr gute Spaltbarkeit. Farblos bis blaß blaugrau. Häufig charakteristische Auslöschungsschiefe um 30^{0} . In geringer Menge in sämtlichen Proben enthalten.

Andalusit: Unregelmäßige, splittrige Bruchstücke. Farblos mit charakteristischem Pleochroismus nach hellrosa. Sehr selten, nur in den Glimmersanden teilweise leicht angereichert.

Sillimanit: Faserig-büschelige Aggregate. Farblos. Keine einheitliche Auslöschung. Gilt als typisch moldanubisches Material. Im Arbeitsgebiet äußerst selten.

Turmalin: Häufig idiomorphe Prismen. Meist olivbraun mit deutlichem Pleochroismus; hellgrüne und dunkelblaue Varietäten sehr selten. Sehr verwitterungs- und umlagerungsstabil. Meist in geringer Menge vorhanden; in den Blättermergeln, Glaukonitsanden und Mehlsanden seltener als in höheren Schichteinheiten.

Rutil: Idiomorphe oder säulige, gut gerundete Formen. Selten Kniezwillinge. Gelb bis rotbraun. Chemisch und mechanisch extrem stabil. Untergeordnet in allen Proben.

Brookit: Tafelige Körner nach (100). Hellgelb bis gelbbraun. Starke Dispersion der optischen Achsen. Sehr selten; wurde dem Rutil zugezählt.

Anatas: Tafelig nach (001). Farblos bis gelblich. Äußerst selten.

Zirkon: Prismatisch-idiomorphe oder rundliche Körner. Farblos. In allen Proben nur in sehr geringer Menge.

Titanit: Meist unregelmäßige Körner. Farblos bis blaß bräunlich. Hohe Licht- und Doppelbrechung. Starke Dispersion der optischen Achsen. In allen Proben meist regelmäßig enthalten.

Korund: Splittrig oder leicht gerundet. Blaß bläulich. Hohe Licht-, niedrige Doppelbrechung. Äußerst selten.

Chlorit: Unregelmäßige Blättchen. Farblos bis blaß grünlich. Niedere Interferenzfarben. Nicht selten Einschlüsse von Rutil (Idiomorphe Säulen, Kniezwillinge, Sagenitgitter) und Zirkon; untergeordnet Turmalin und Granat. In den Mehlsanden und Schillsanden sehr häufig.

Der Opakanteil wurde nicht näher analysiert.

II. Die Schwermineralführung in der Oberen Meeresmolasse (OMM)

In diesem und dem folgenden Abschnitt soll zu Beginn eines jeden Kapitels zunächst kurz auf die Ausbildung der untersuchten Schichteinheit eingegangen werden. Die Beschreibung beschränkt sich nur auf charakteristische Merkmalswerte, da detaillierte Ausführungen in einer Reihe älterer Arbeiten, auf die jeweils verwiesen wird, bereits vorliegen.

An die Schichtbeschreibung schließen sich Untersuchungen über die Kornverteilung des Sedimentes an. Durch die Beachtung dieser Ergebnisse ließen sich störende Korngrößeneffekte in der Schwermineralführung ausschalten. Außerdem sollten die Korngrößenanalysen über die Schüttungsrichtung Aufschluß geben.

Die eigentliche Aufgabe dieser Arbeit war es dann, die Schwermineralverteilung in den Schichtgliedern der OMM und SBM zu untersuchen. NEUMAIER & WIESENEDER (1939) und ZÖBELEIN (1940) konnten mit Hilfe von Schwermineralien die Herkunft der marinen und brackischen Schichten aus den Alpen für die Blätter Birnbach, Griesbach und Pfarrkirchen nachweisen. Nach eigenen Beobachtungen ist ihre Aussage für das gesamte Verbreitungsgebiet der SBM gültig. Es ergab sich nun die Frage, ob eine gesetzmäßige Änderung der Schwermineralführung im Vertikalprofil auftritt, die eine weitere Untergliederung der marinen und brackischen Ablagerungen ermöglicht.

Ferner war von großem Interesse, ob sich der Mineralbestand einer Schichteinheit mit der Entfernung vom Liefergebiet ändert, wodurch diese Änderungen bedingt sind und ob durch solche Änderungen Aussagen über die Schüttungsrichtung möglich sind.

A. Blättermergel und Glaukonitsande

1. Schichtbeschreibung

Verwendete Literatur: NEUMAIER, F. & WIESENEDER, H. 1939, ZÖBELEIN, H.K. 1940, EDER, M. 1954, WOLF, W. 1956, MAYR, M. 1957, SCHIESSL, K.-H. 1960.

In dieser Arbeit wurden nur die jüngsten Schichtglieder der OMM, die Blättermergel und Glaukonitsande, untersucht. Diese beiden Sedimenttypen

sind stratigraphisch nicht voneinander zu trennen, da sie sich im Vertikal- und Horizontalprofil unregelmäßig verzahnen.

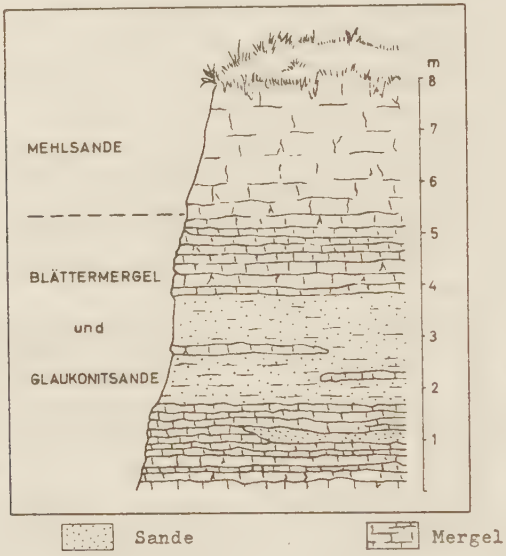


Abb. 5: Die Ausbildung der OMM und ihr Übergang zu den Mehlsanden (schematisch)

Die Blättermergel sind im gesamten gesehen wesentlich häufiger als die Glaukonitsande und treten in mächtigeren Partien auf. Sie sind von heller, grünlich-grauer Farbe und fein horizontal geschichtet. Millimeterdicke Mergellagen werden durch Feinsand- oder Glimmerbestege voneinander getrennt; je nach der Stärke dieser Zwischenlagen zeigt der Mergel eine mehr oder weniger deutliche, blättrige Lagerung.

Die Blättermergel gehen meist in fließendem Übergang in die Glaukonitsande über. Sie sind fein- bis mittelkörnig und von grünlich-grauer Farbe. Texturelle Unterschiede zu den Blättermergeln zeigen sich in der lockeren Packung und in der nicht selten auftretenden, leichten Schrägschichtung. Stellenweise werden die Sande von schmächtigen Mergellagen oder Mergelschmitzen unterbrochen. Sande und Mergel sind in der Regel glimmerarm.

Verbreitung: Die Proben wurden nur im Verbreitungsgebiet der Mehlsande entnommen, um vergleichbare Ergebnisse für die Schwermineralverteilung beider Schichtglieder zu erhalten und regionale Besonderheiten auszuschalten. Aus diesem Grunde entspricht das untersuchte Gebiet dem der Mehlsande (s.S. 23).

2. Die Verteilung der Korngrößen

Die Blättermergel und Glaukonitsande der OMM unterscheiden sich in ihrer Kornverteilung stark voneinander.

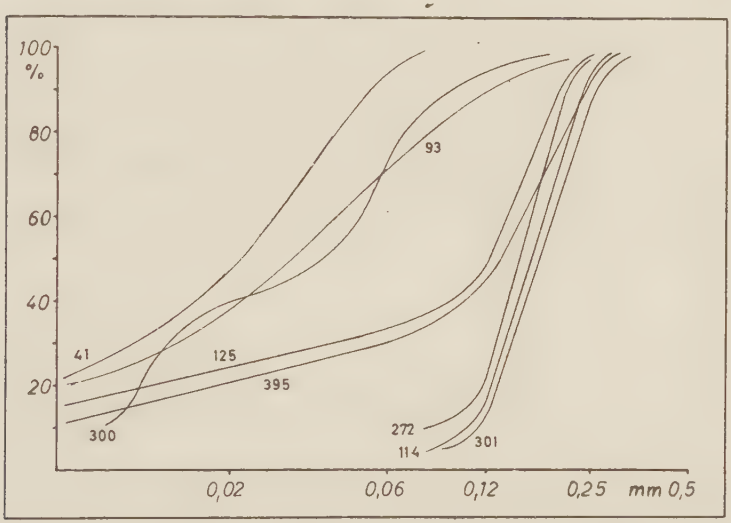


Abb. 6: Die Kornverteilung der mergeligen (41, 93, 125, 395, 300) und sandigen (114, 272, 301) Ausbildung der OMM
41 = Probenummer

Die mergelige Ausbildung der OMM läßt sich in zwei Typen unterscheiden: die Blättermergel und die einheitlich ausgebildeten Sandmergel. Die Blättermergel weisen mit ihrem rhythmischen Wechsel von Sand- und Mergellagen häufig ein deutliches Maximum zwischen o,12 - o,25 mm Ø auf; die Kornverteilung unter o,12 mm Ø erfaßt alle kleineren Fraktionen nahezu gleichmäßig. Auch zwei Maxima, eines im Feinmittelsandbereich und eines im Bereich des Staubsandes oder Schluffes, treten gelegentlich auf.

Die Sortierung ist demgemäß "sehr schlecht"; die Sortierungsgrade liegen zwischen 2,3 - 3,o .

Die Kornverteilungskurve für die Sandmergel ist im allgemeinen sehr flach und gleichförmig. Die Maxima zwischen o,o2 - o,o6 mm Ø kennzeichnen die Sandmergel als Staubsande mit hohem Schluffgehalt zwischen 38 - 47 %. Nach der Einteilung von v. ENGELHARDT entspricht dieses Sediment einem Silt. Entsprechend dem flachen Kurvenverlauf ist die Sortierung auch für die Sandmergel "sehr schlecht": 2,64 - 3,3.

Alle Proben der Glaukonitsande weisen ein ausgeprägtes Maximum in der Fraktion o,12 - o,25 mm Ø auf. Je nach der Beteiligung der gröberen oder feineren Fraktionen handelt es sich um einen Feinmittelsand mit einem Anteil von 15 - 35 % Grobmittelsand. Die Beteiligung von Staubsand und Schluff übersteigt in keiner Probe 7 %. In den Brombacher Meeressanden herrscht die Fraktion > o,2 mm Ø etwas vor; wir haben es hier bereits mit Grobmittelsanden zu tun. Die Sortierung der Sande liegt zwischen "sehr gut" und "gut": 1,23 - 1,27.

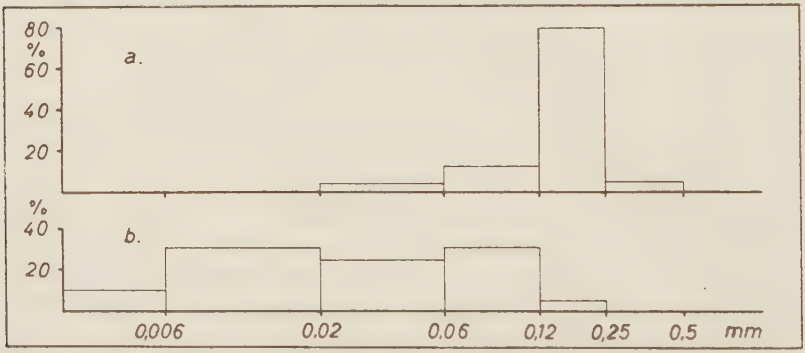


Abb. 7: Die Kornverteilung der Blättermergel (b) und der Glaukonitsande (a) (Mittelwerte)

3. Die Verteilung der Schwermineralien

In den Blättermergeln und Glaukonitsanden der OMM sollte nur die quantitative Verteilung der Schwermineralien ermittelt werden. Untersuchungen über eine regionale Schwermineralverteilung waren nicht vorgesehen. Die Schwermineralassoziation der OMM sollte vielmehr nur mit der der brackischen Einheiten verglichen werden, um zu sehen, ob sich die Schwermine-

ralführung an der Grenze OMM/SBM ändert und so diese Änderung vielleicht eine mineralogische Grenze liefert. Aus diesem Grunde wollte ich auf eine kurze sedimentpetrographische Untersuchung der Blättermergel und Glaukonitsande nicht verzichten.

a) Der Mineralbestand

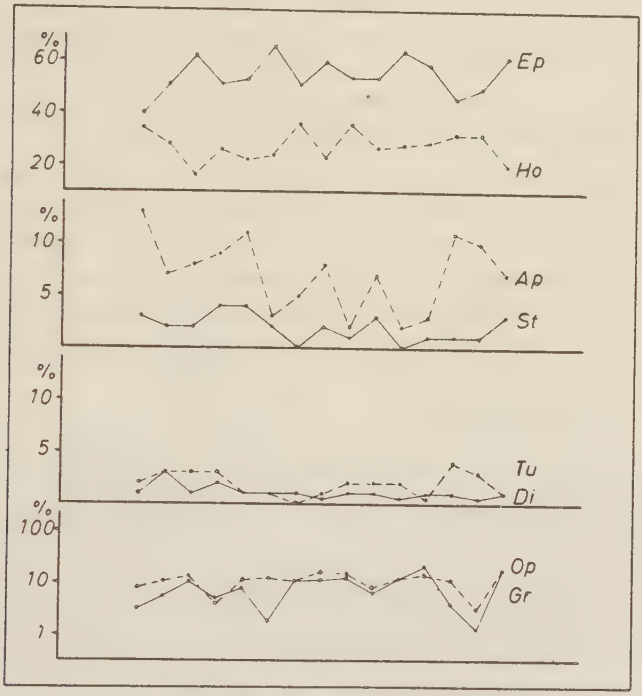


Abb. 8: Die Verteilung der Schwermineralien in der OMM (Erläuterungen s.S. 1o)

Die Blättermergel und Glaukonitsande zeigen in Übereinstimmung mit früheren Arbeiten die typisch alpine Gr-Ep-Ho-Vergesellschaftung. Der Ep-Gehalt ist klar vorherrschend, mit Werten von 46 - 66 %. Die niederen Prozentwerte bei 46 % sind vorwiegend in den obersten Teilen der OMM, und zwar in der Nähe der Grenze OMM/SBM anzutreffen. Nach Ep ist Ho mit

16 - 39 % am häufigsten, gefolgt von Gr mit 2 - 34 % (bezogen auf sämtliche Schwermineralien ohne Gr und Op). Als vorherrschender Nebengemengteil tritt Ap mit 2 - 13 % auf; St ist mit o - 4 % relativ selten, ebenso Di mit o - 3 %. Von den Mineralien der stabilen Gruppe ist Tu (o - 3 %) führend, während Zi (o - 2 %) und Ru (o - 4 %) zwar fast in jeder Probe auftauchen, aber häufig nicht einmal 1 % erreichen. Ti ist mit 1 - 5 % stets vorhanden. Der Zs-Anteil geht nicht über 2 %, ist aber nahezu in jeder Probe vorhanden, ebenso Gl mit o - 2 %. Der Op-Anteil schwankt zwischen 5 - 27 % (bezogen auf sämtliche Schwermineralien ohne Gr und Op). Der Chlorit- und Glimmergehalt ist meist gering und nimmt nur in den oberen Teilen der marinen Ablagerungen etwas zu. Glimmer und Chlorite mit Schwermineraleinschlüssen sind selten.

In der leichten Fraktion tritt neben dem Hauptbestandteil Quarz nicht selten Kalzit, z.T. als Neubildung (ZÖBELEIN 194o), auf. Charakteristisch ist vor allem der hohe Glaukonitgehalt, neben geringem Glimmergehalt. An Feldspäten treten Mikroklin und Plagioklas auf, die teilweise Serizit- und Klinozoisitfüllungen aufweisen ("gefüllte Plagioklase" nach ANGEL 1931) und für das alpine Kristallin kennzeichnend sind.

b) Die Mineraleigenschaften

Die Schwermineralien in den Blättermergeln und Glaukonitsanden sind im allgemeinen frisch und zeigen nur geringe Spuren einer Korrosion. Wie die leichten Ätzungen an Gr und Ho und die Trübung von Ep zeigen, waren die rein sandigen Ablagerungen dem Angriff von zersetzenden Porenwässern stärker ausgesetzt als die feinen, mergeligen Sedimente. In diesen sind sämtliche Mineralien, selbst die instabile Ho unversehrt und frisch - sicher eine Folge der geringen Porosität der Mergel (geringe Wegsamkeit für porenzirkulierende Wässer) und der Konservierung durch den reichen Kalkgehalt. Der Grad der Verwitterung in den Glaukonitsanden ist jedoch so gering, daß er die Verteilung der Schwermineralien keineswegs beeinflußt.

Die Schwermineralien in den Blättermergeln und Sandmergeln sind meist sehr klein, nehmen aber mit der Kornvergröberung in den Glaukonitsanden rasch an Größe zu.

c) Die Abhängigkeit der Schwermineralverteilung von der Korngröße

Wegen der recht unterschiedlichen Kornverteilung in der OMM war zunächst eine deutliche Beeinflussung der Schwermineralführung durch die Korngrößenänderungen zu erwarten. Die Ergebnisse zeigen jedoch, daß die

Korngrößenschwankungen (Silt bis Grobmittelsand) die Mineralverteilung nicht wesentlich beeinflussen. Sieht man nämlich von den obersten Teilen der OMM und vom Übergangsbereich zur SBM ab, dann liegt die Schwankung der Prozentwerte auch bei verschieden körnigen Sedimenten durchaus im Bereich der Fehlergrenze (KRUMBEIN & PETTIJOHN 1938, DÜRR 1953). Nur der Gr-Anteil zeigt eine Abhängigkeit von der Kornverteilung, mit geringen Werten in den Mergeln und höheren in den Sanden. Diese geringe Beeinflussung der Schwermineralverteilung (mit Ausnahme von Gr) durch Korngrößenänderungen läßt sich im nächstfolgenden Schichtglied, den Mehlsanden ebenfalls nachweisen.

d) Die Schwermineralverteilung im Vertikal- und Horizontalprofil

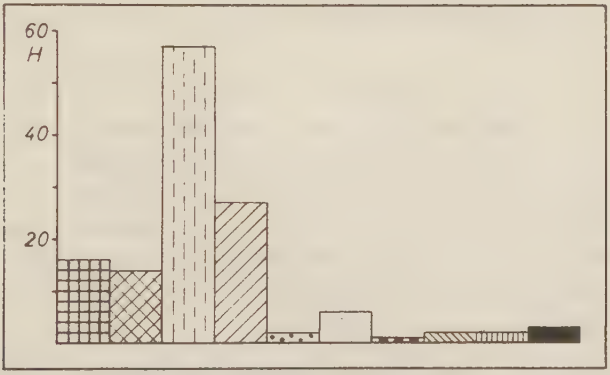


Abb. 9: Die mittlere Schwermineralverteilung in der OMM (Legende s.S. 11); H = Häufigkeit

Wie schon erwähnt, soll bei den Blättermergeln und Glaukonitsanden der OMM auf eine regionale Änderung der Schwermineralassoziation nicht eingegangen werden. Es muß jedoch an dieser Stelle auf eine unterschiedliche Mineralverteilung im Vertikalprofil hingewiesen werden, die sich vor allem im folgenden Kapitel als sehr wichtig erweist.

Die Ep-Gehalte liegen im Durchschnitt bei 55 % und steigen nicht selten auf über 6o % an. Nach oben zu ist nun eine Abnahme auf 5o % festzustellen und im Übergangsbereich zur SBM sinken die Ep-Werte sogar bis auf 46 % ab. Die Ho-Gehalte steigen nach oben entsprechend ihrem reziproken Verhalten zu den Ep-Werten (s.Abb. 8 S. 19) etwas an, allerdings

nicht in dem deutlichen Maße, wie die Ep-Werte. Durch diese leichte Verschiebung der Prozentwerte von Ep und Ho werden die übrigen Mineralien nicht, oder nur unmerklich, betroffen. Die Bedeutung dieser Änderung der Ep- und Ho-Werte soll im nächsten Kapitel ausgeführt werden (s.S.28).

III. Die Schwermineralführung in der Süßbrackwassermolasse (SBM)

A. Die Mehlsande (Einheit I)

1. Schichtbeschreibung

Verwendete Literatur: NEUMAIER, F. & WIESENEDER, H. 1939, ZÖBELEIN, H.K. 1940, EDER, M. 1954, WOLF, W. 1956, MAYR, M. 1957, WITTMANN, D. 1957.

Die Mehlsande gliederte WITTMANN als Einheit I der SBM aus; sie liegen mit mehr oder weniger scharfer Grenze über den jüngsten Schichtgliedern der OMM. Meist zeigt sich ein allmählicher Übergang aus den Blättermergeln, wobei die Blättrigkeit allmählich in eine gröbere Schichtung und schließlich in eine Bankung übergeht. Eine scharfe Grenze trifft man nur dort an, wo die sandigen Mergel der Mehlsande den fein- bis mittelkörnigen Glaukonitsanden auflagern. Die Farbe der Mehlsande schwankt von hellgrau bis beigefarben.

Die Mehlsande sind im allgemeinen sandige, dichtgepackte Mergel. Der Sandgehalt im S-Teil des Arbeitsgebietes ist höher als im N-Teil, wo wir manchmal fast sandfreie, äußerst kompakte und schmierige Mergel antreffen. Die Mehlsande zeigen fast immer eine dickbankige Lagerung, wobei die Mergelbänke teilweise durch feine Zwischenlagen eines, häufig glimmerreichen, Feinsandes voneinander getrennt sind. Im S-Teil des Arbeitsgebietes, in dem eine stärkere Sandbeteiligung auftritt, trifft man gelegentlich gut ausgebildete Horizontal- und leichte Schrägschichtung im Millimeter- bis Zentimeterbereich an. Untergeordnet kann man Miniaturrippelschichtung und Fließtexturen, wie Stauch- und Wulstfältelung, beobachten.

Die Oberkante der Mehlsande kann recht genau erfaßt werden; sie liegt dort, wo die sandigen Mergel der Mehlsande von einem deutlich gröberen

Sediment, den Glimmersanden bzw. dem Schillhorizont, überlagert werden.

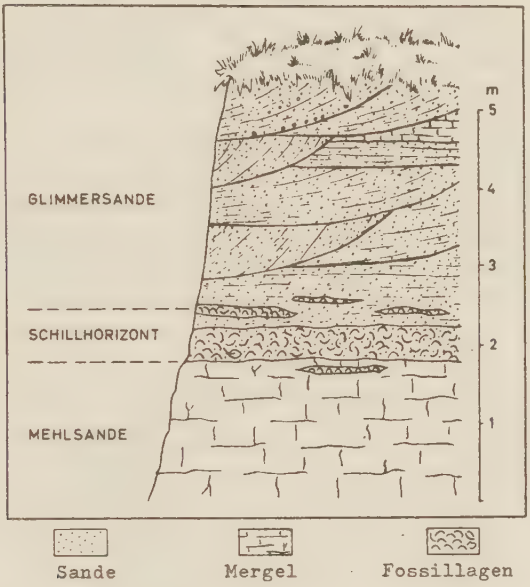


Abb. 1o: Die Ausbildung der Mehlsande und ihre Grenze zum Schillhorizont und zu den Glimmersanden (schematisch)

Mächtigkeit und Verbreitung: Die Mächtigkeit der Mehlsande schwankt zwischen o - 45 m. Die geringsten Mächtigkeiten (o - 1o m) finden sich im Gebiet des Rottals, wo die Mehlsande stellenweise völlig fehlen und die nächsthöhere Einheit der SBM, die Glimmersande, den marinen Ablagerungen direkt auflagert. Zwischen Rott und Vils liegen die Mächtigkeiten der Mehlsande um 15 - 2o m. Am mächtigsten ausgebildet sind sie im S des Arbeitsgebietes; an den Innleiten erreichen sie bis zu 45 m.

Die Mehlsande sind auf folgenden Gradabteilungsblättern aufgeschlossen: W-Teil Aidenbach 7444, Ortenburg 7445, SE-Teil Pfarrkirchen 7543, Birnbach 7544, NW-Ecke Griesbach 7445, E-Hälfte Triftern 7644, NE-Ecke Marktl 7743, N-Teil Simbach/Inn 7744.

2. Die Verteilung der Korngrößen

Die Mehlsande sind in ihrer Körnung meist sehr einheitlich ausgebildet. Die Maxima sind, vorwiegend im N-Teil, nicht sehr stark ausgeprägt; sie liegen im allgemeinen zwischen o,oo2 - o,o6 mm Ø. Danach sind die Mehlsande als Schluff bis Silt anzusprechen.

Im südlichen Arbeitsbereich ist eine deutliche Kornvergröberung zu beobachten. Maxima im Bereich von o,oo2 - o,o2 mm Ø treten nur noch selten auf, dagegen ist die Staubsandfraktion o,o2 - o,o6 mm Ø mehrfach die allein vorherrschende Gruppe. Die Sortierung der feineren Proben ist durchwegs "schlecht" bis "sehr schlecht" und beträgt 1,91 - 2,52. Der Sortierungsgrad der Staubsande dagegen ist "sehr gut" bis "gut": 1,17 - 1,32.

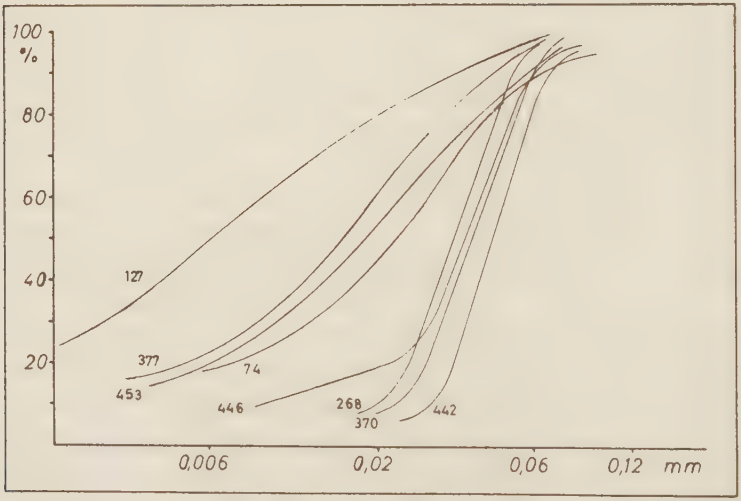


Abb. 11: Die Kornverteilung der Mehlsande im S-Teil (Probe Nr. 268, 37o, 442, 446) und N-Teil des Arbeitsgebietes (Probe Nr. 74, 127, 377, 453)

Die Korngrößenabnahme von S nach N ist durch die Abnahme der Strömungsintensität zu erklären und läßt im großen und ganzen auf eine Schüttungsrichtung von S nach N schließen. Änderungen der Kornverteilung im Vertikalprofil sind gering und zeigen sich nur in einer leichten Zunahme des Staubsandgehaltes von unten nach oben.

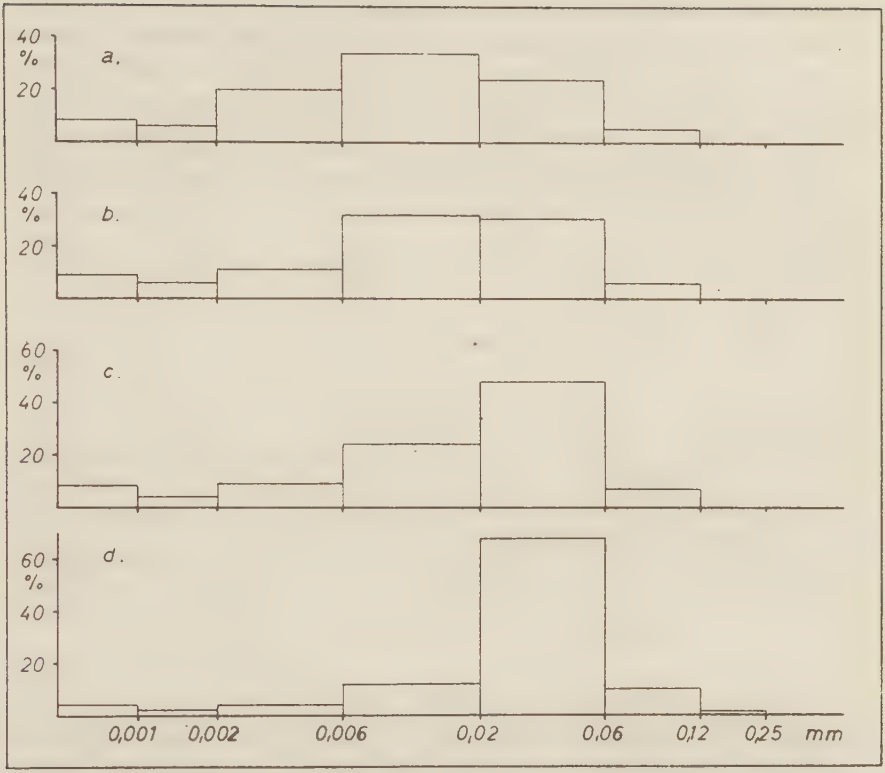


Abb. 12: Die mittlere Kornverteilung der Mehlsande im Horizontalprofil (a = N-Teil, b = Gebietsmitte nördlich der Rott, c = Gebietsmitte südlich der Rott, d = S-Teil des Arbeitsgebietes)

Die Mehlsande sind mit Ausnahme der gröberen Proben aus dem S stets feiner als die marinen Sandmergel und zwar meist um eine Kornklasse zum Feineren hin verschoben.

3. Die Verteilung der Schwerminerale (s. Tafel 1 - 6)

a) Der Mineralbestand

Die Mehlsande zeigen wie die marinen Ablagerungen die typisch alpine Gr-Ep-Ho-Assoziation. Auffallend sind sogleich die großen Schwankungen

der Ep- und Ho-Werte: für Ep 9 - 75 %, für Ho 8 - 84 %. Diese Schwankungen sind durch eine unterschiedliche Ep- und Ho-Führung im unteren und oberen Teil der Mehlsande bedingt. Betrachtet man nämlich diese beiden Teile getrennt voneinander, dann zeigt es sich, daß die hohen Ep- und niederen Ho-Werte (Ep um 5o %, Ho um 3o %) im unteren Teil, die niederen Ep- und hohen Ho-Werte (Ep um 3o %, Ho um 5o %) im oberen Teil der Mehlsande zu finden sind (s.Abb. 13 und Tafel 2 - 3).

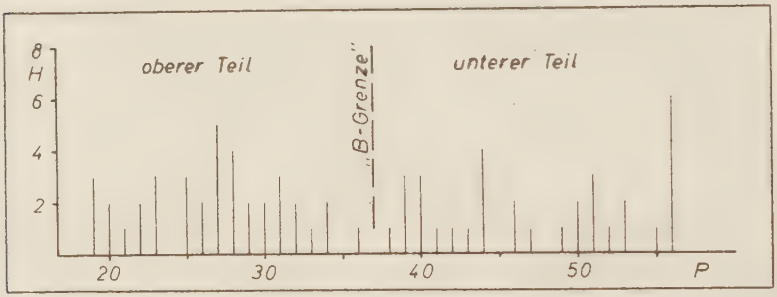


Abb. 13: Die Ep-Verteilung im unteren und oberen Teil der Mehlsande (H = Anzahl der Proben, P = Prozentwerte des Ep)

Die Gr-Werte sind sehr einheitlich und bewegen sich zwischen 2 - 2o % (bezogen auf sämtliche Schwermineralien ohne Gr und Op), unabhängig von den Schwankungen der Ep- und Ho-Werte. Die Ap-Gehalte liegen zwischen 2 - 21 %, wobei die höheren Werte meist in den oberen, epidotärmeren Teilen der Mehlsande angetroffen werden. Die St-Werte sind im S-Teil des Arbeitsgebietes mit o - 3 % geringer als im N-Teil mit o - 12 %; ähnlich verhalten sich die Di-Werte: im S o - 2 %, im N o - 8 %. Tu überwiegt mit 1 - 1o % allgemein die Werte aus den marinen Schichten. Zi und Ru treten wiederum nur gelegentlich als Akzessorien hinzu. Zs tritt in jeder Probe auf, erreicht aber häufig nicht einmal 1 % und übersteigt 2 % nicht. Gl ist ebenfalls in den meisten Proben anzutreffen: o - 2 %. Gelegentlich erscheint Ad in Einzelfällen bis 2 %. Der Op-Anteil schwankt zwischen 3 - 3o % (bezogen auf sämtliche Schwermineralien ohne Gr und Op) und wird nur in Einzelfällen sehr hoch. Besonders typisch ist die reiche Chloritführung der Mehlsande, die in vielen Fällen ein Mehrfaches der restlichen Schwermineralien ausmacht. Der Anteil an Chloriten

(auch hellen Glimmern) mit Einschlüssen von Zi, Ru, untergeordnet auch Tu und Gr ist meist recht hoch und erreicht manchmal 5o % des gesamten Schwermineralbestandes.

Vergleicht man die Schwermineralassoziationen der OMM und der unteren Teile der Mehlsande miteinander, dann zeigen sich nahezu keine Unterschiede. Vergleicht man aber das Schwermineralbild der marinen Ablagerungen mit dem der oberen Teile der Mehlsande, so fällt sogleich die deutliche Abnahme der Ep-Werte von 5o - 6o % auf rund 3o % auf. Gleichzeitig damit steigt der Ho-Gehalt von 3o % auf 5o % an. Auch Ap ist etwas häufiger anzutreffen als in der OMM. Die übrigen Schwermineralien zeigen unveränderte Werte.

In der Leichtmineralfraktion der Mehlsande (im unteren und oberen Teil) sind einige typische Abweichungen vom Mineralbild der OMM zu beobachten: der Glimmergehalt steigt sprunghaft an; ebenso plötzlich läßt die Glaukonitführung nach und fehlt in den oberen Teilen der Mehlsande völlig. Der übrige Leichtmineralbestand weist keine Unterschiede zu den marinen Ablagerungen auf und bleibt für die gesamte brackische Schichtfolge erhalten.

b) Die Mineraleigenschaften

Die Erhaltung der Schwermineralien ist ähnlich wie in den marinen Ablagerungen: die Mineralkörner sind im allgemeinen frisch, was bei dem Karbonatreichtum der Mehlsande zu erwarten ist. Lediglich Trübungen des Ep und leichte Korrosionserscheinungen an der Ho sind manchmal anzutreffen. Gr weist nur höchst selten leichte Ätzgruben auf.

Die Größe der Mineralien geht im Vergleich zu den feinkörnigen Ausbildungen der OMM noch etwas zurück; sie variiert im gesamten Untersuchungsgebiet kaum.

c) Die Abhängigkeit der Schwermineralverteilung von der Korngröße

Die Kornverteilung der Mehlsande zeigt im Arbeitsgebiet keine größeren Schwankungen. Die einheitliche Ausbildung als Silt - teils zugunsten des Staubsandes, teils zugunsten des Schluffes verschoben - schließt daher Korngrößeneffekte in der Mineralverteilung aus. Auch die geringe Kornverfeinerung der Mehlsande von S nach N beeinflußt die Werte der Schwermineralien nicht. Die starken Schwankungen der Ep-Werte sind durch die geringen Unterschiede in der Kornverteilung nicht zu erklären.

d) Die Schwermineralverteilung im Vertikal- und Horizontalprofil

d1) Die Schwermineralverteilung im Vertikalprofil

Die schon eingangs erwähnten starken Schwankungen der Ep- und Ho-Werte in den Mehlsanden lassen sich durch eine unterschiedliche Mineralführung im unteren und oberen Teil der Mehlsande erklären: die unteren Bereiche zeigen durchschnittlich 5o % Ep, die oberen 3o % Ep; die Ho-Werte steigen umgekehrt von ca. 3o % auf 5o % an. Die Summe beider Mineralien bleibt dabei jeweils nahezu konstant.

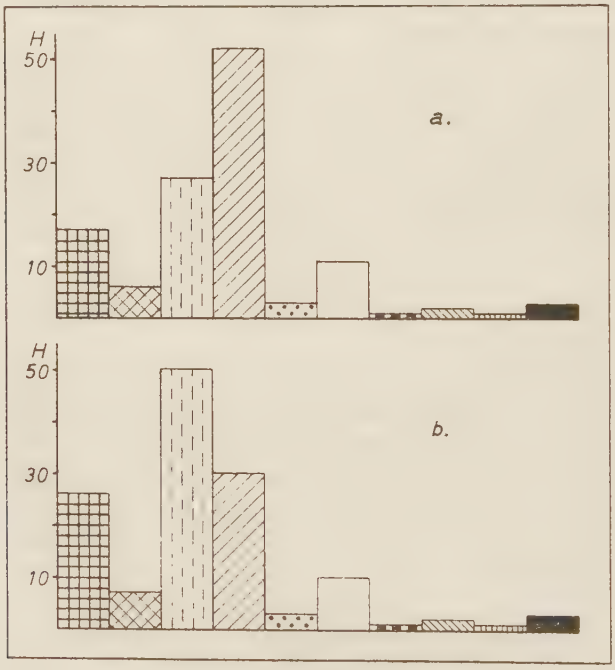
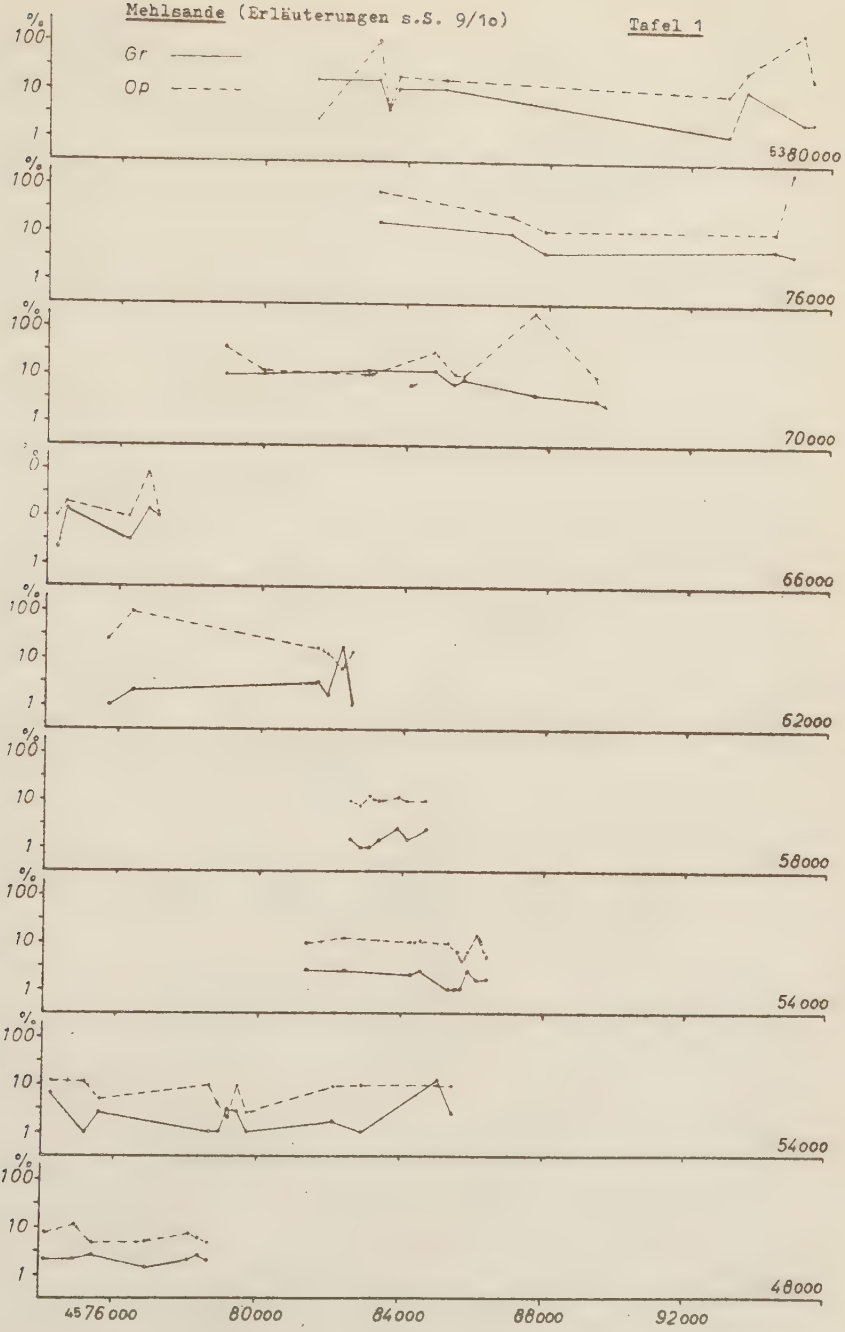
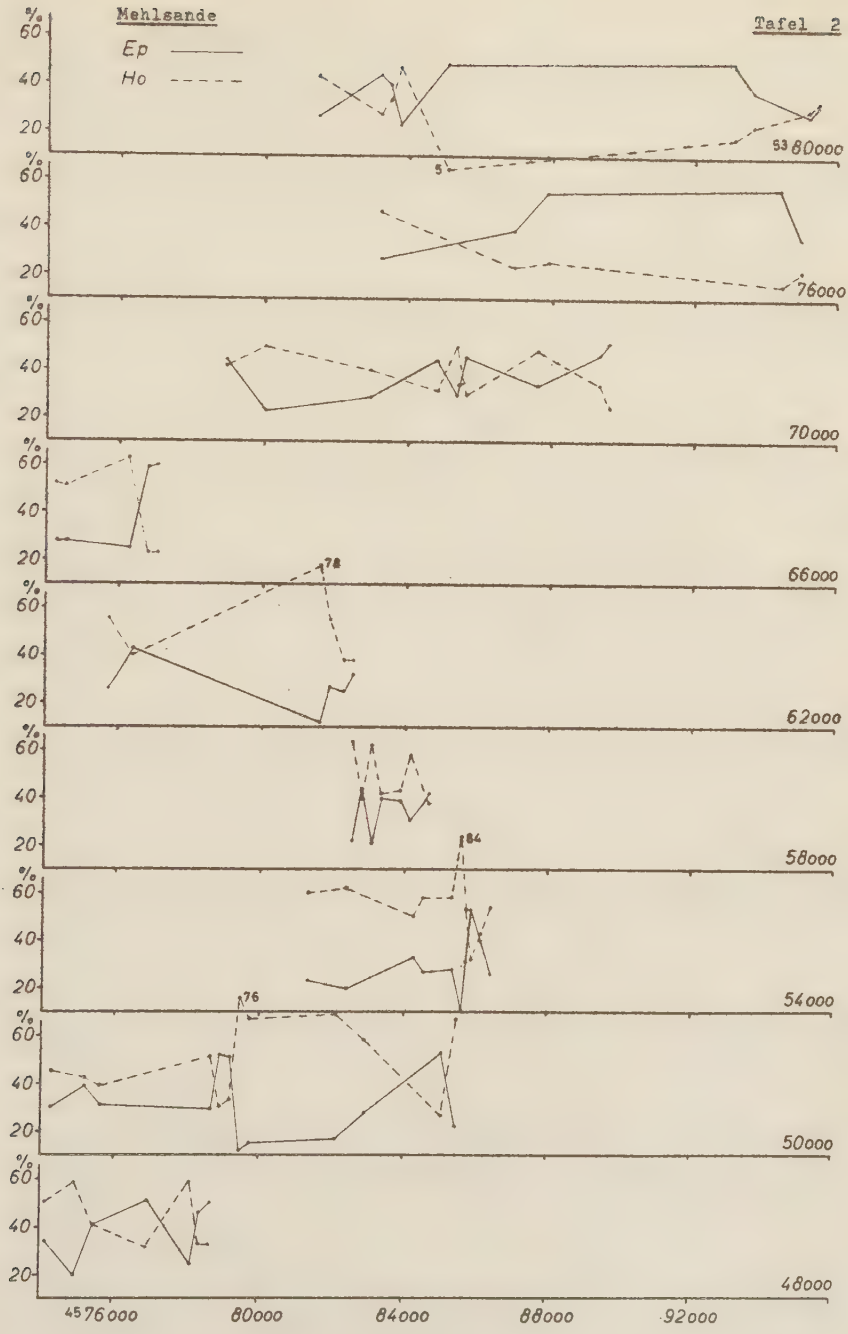
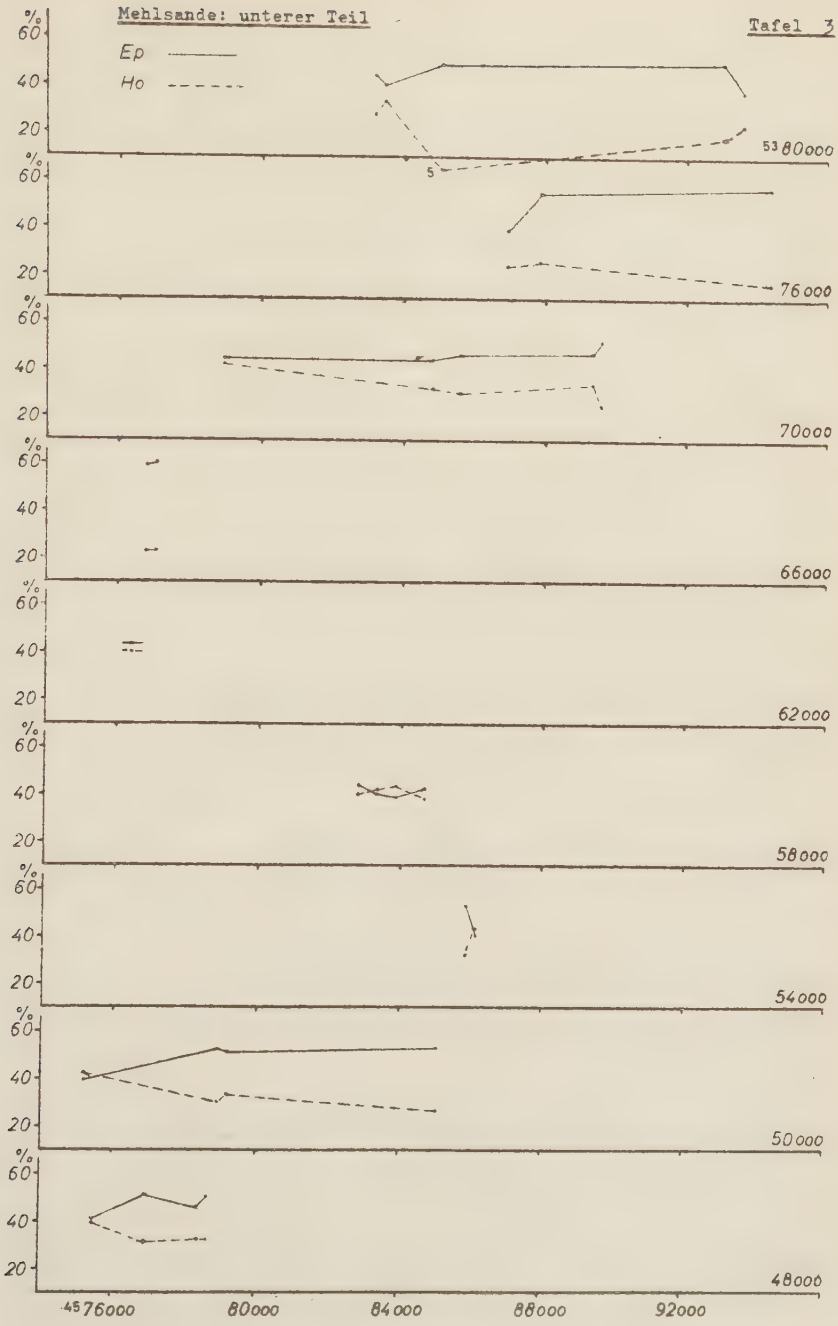


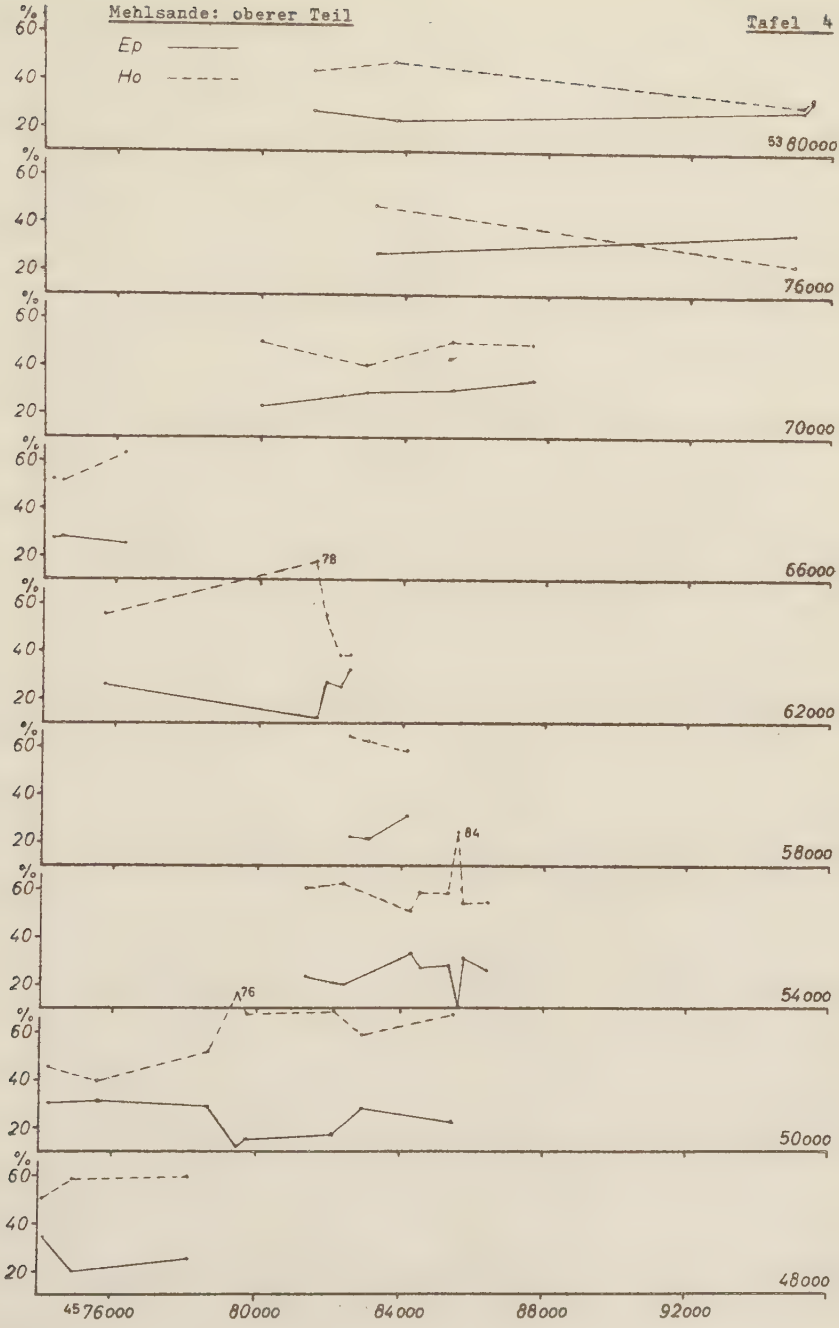
Abb. 14: Die mittlere Schwermineralverteilung im unteren (b) und oberen Teil (a) der Mehlsande (Legende s.S. 11); H = Häufigkeit

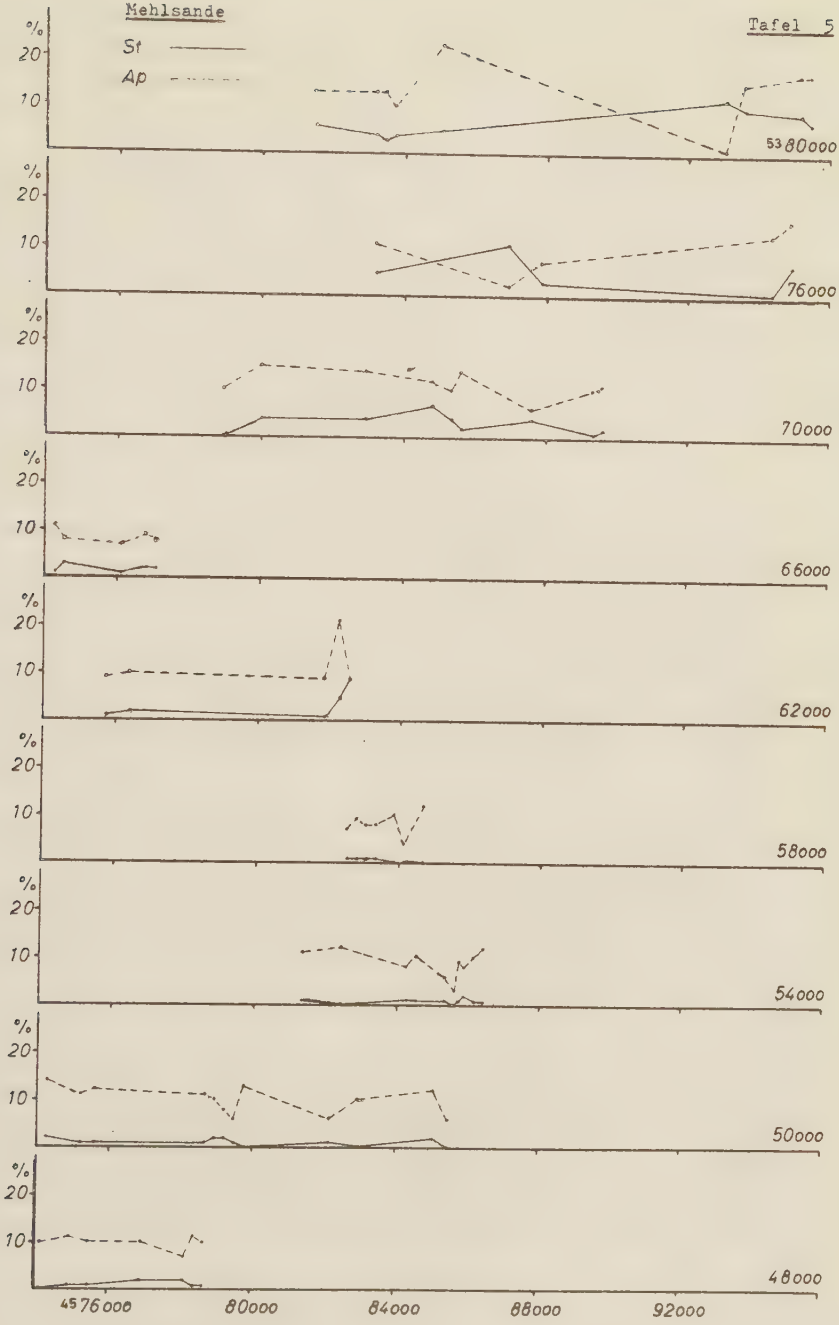
Die Abnahme des Ep-Gehaltes von 5o % auf 3o % (bzw. Zunahme des Ho-Gehaltes von 3o % auf 5o %), die sich schon in den obersten Teilen der marinen Ablagerungen angedeutet hat, wird im unteren Teil der Mehlsande abgeschlossen. Diese Unstetigkeit in der Ep- und Ho-Beteiligung zwischen dem


Mehlsande (Erläuterungen s.S. 9/1o)
Tafel 1
Gr
Op
%
100
10
1
53 80000
76000
70000
δ
0
66000
62000
58000
54 000
54000
48000
45 76 000
80000
84000
88000
92000


Mehlsande
Tafel 2
Ep
Ho
%
60
40
20
53
5
80000
76000
70000
66000
78
62000
58000
84
54000
76
50000
48000
45
76000
80000
84000
88000
92000


Mehlsande: unterer Teil
Tafel 3
Ep
Ho
%
60
40
20
53 80000
5
76000
70000
66000
62000
58000
54000
50000
48000
45 76000
80000
84000
88000
92000


Mehlsande: oberer Teil
Tafel 4
Ep
Ho
%
60
40
20
53
80000
76000
70000
66000
78
62000
58000
84
54000
76
50000
48000
45
76000
80000
84000
88000
92000


Mehlsande
St
Ap
Tafel 5
%
20
10
5380000
76000
70000
66000
62000
58000
54000
50000
48000
4576000
80000
84000
88000
92000

unteren und dem oberen Teil der Mehlsande ist nicht als scharf trennender Schnitt in der Mineralführung anzusehen, sondern zeigt sich in der Art eines allmählichen Überganges. Die Grenzziehung zwischen dem unteren und oberen Teil der Mehlsande ist nicht immer einfach. Sie wird durch Übergangswerte der Mineralprozente und durch die wechselnde stratigraphische Lage dieser Grenze - einmal in der Nähe der Grenze OMM/SBM, dann wieder mehrere Meter in den Mehlsanden - erschwert. Im Durchschnitt findet die Änderung der Mineralassoziation - die Ep-Abnahme und Ho-Zunahme - jedoch in der unteren Hälfte der Mehlsande ihren Abschluß, so daß im allgemeinen in der oberen Hälfte nur noch Proben mit niederen Ep- und hohen Ho-Werten auftreten. Die übrigen Mineralien werden von dieser Änderung der Ep- und Ho-Werte nicht, oder nur in geringem Maße, betroffen. Es ist nur ein leichtes Ansteigen der Ap- und Tu-Gehalte von unten nach oben festzustellen.

d2) Die Schwermineralverteilung im Horizontalprofil

Die Beobachtung der regionalen Änderungen der Ep- und Ho-Werte ist wegen der starken Unterschiede im Vertikalprofil nur möglich, wenn man die unteren und oberen Teile der Mehlsande getrennt betrachtet. Doch lassen sich auch dadurch Übergangswerte in der Ep- und Ho-Führung, die eine Auswertung sehr erschweren, nicht ausschalten. Aus diesem Grunde ist eine Aussage über die regionale Verteilung dieser beiden Minerale nur bedingt möglich.

Im unteren Teil der Mehlsande, mit den hohen Ep-Gehalten, gestatten nur Ep-Höchstwerte eine Aussage über die Verteilung der Ep-Werte im Horizontalprofil: Mittelwerte konnten für die Auswertung nicht herangezogen werden, da sie durch die niederen Werte im Übergangsbereich zum oberen Teil der Mehlsande verfälscht werden. Umgekehrt liegen die Verhältnisse für die Ho, deren niedere Gehalte nur die Auswertung der Tiefstwerte gestatten.

Die Höchstwerte des Ep liegen sowohl im S als auch im N des Arbeitsgebietes etwas über 5o %; Unterschiede in der horizontalen Verteilung dieses Minerals lassen sich folglich nicht feststellen. Die Tiefstwerte der Ho liegen im S-Teil des Arbeitsgebietes stets über 3o %; im N-Teil sinken sie teilweise bis auf 2o % ab. Daraus ist auf eine Abnahme des Ho-Gehaltes in nördlicher Richtung zu schließen. Die Vertei-

lung der übrigen Schwermineralien bleibt im gesamten Arbeitsgebiet unverändert.

Im oberen Teil der Mehlsande lassen sich, im Gegensatz zum unteren Teil der Mehlsande, für Ep (mit den niederen Prozentwerten) nur Tiefstwerte, für Ho (mit den hohen Prozentwerten) entsprechend nur Höchstwerte bei einer Korrelierung verwenden. Die Ep-Anteile im S-Teil des Arbeitsgebietes zeichnen sich mehrfach durch eine geringe Beteiligung um 2o % und darunter (bis 1o %) aus, während im N-Teil die Werte nie unter 25 % liegen. Daraus ergibt sich für Ep eine leichte prozentuale Zunahme von S nach N. Für Ho zeigt sich eine Abnahme von S nach N: im S-Teil sind Prozentwerte von 6o % die Regel (maximal 84 %); im N-Teil dagegen fallen sie merklich ab und erreichen im Höchstfalle nur noch 5o %. Die Ap-Werte sind im Durchschnitt gleichbleibend. Der St ist im S-Teil mit o - 3 % seltener als im N-Teil mit o - 12 %; ähnlich zeigt sich das Verhalten bei Di, dessen Werte im S 1 % meist nicht übersteigen, und im N bis 8 % anwachsen. Auch ein geringfügiges Ansteigen des Tu-Gehaltes ist in nördlicher Richtung zu verzeichnen.

e) Ergebnisse und Folgerungen

Die Mehlsande haben in ihrem unteren und oberen Teil eine unterschiedliche Schwermineralführung, die im deutlichen Abfall der Ep-Werte einerseits und dem Anstieg der Ho-Werte andererseits zum Ausdruck kommt. Diese Unstetigkeit muß auf eine Änderung in der Mineralzufuhr und somit auf eine Änderung des Liefergebietes zurückgeführt werden. Folgende Überlegungen führen zu diesem Ergebnis:

Eine korngrößenbedingte Änderung der Schwermineralverteilung kann ausgeschaltet werden. Wie die Untersuchungen der marinen Blättermergel und Glaukonitsande zeigten, ließ sich eine bemerkenswerte Beeinflussung der Ep- und Ho-Werte durch die unterschiedliche Kornverteilung nicht nachweisen. Da außerdem die marinen Sandmergel und die Mehlsande nahezu gleich ausgebildet sind, können die Unterschiede in der Mineralführung nicht auf einem Korngrößeneffekt beruhen. Auch weisen die Mehlsande selbst im Vertikalprofil keine stärkeren Korngrößenschwankungen auf, so daß bei der Änderung des Mineralbestandes innerhalb der Mehlsande von einem Korngrößeneffekt völlig abgesehen werden kann.

Eine unterschiedliche Verwitterungsauslese während der Sedimentation darf ebenfalls ausgeschlossen werden, da für die oberen Bereiche der OMM und für die Mehlsande sicher gleiche Sedimentationsbedingungen herrschten. Da die Mineralien im unteren und oberen Teil der Mehlsande außerdem völlig frisch sind, kommt auch aus diesem Grunde eine Verwitterungsauslese nicht in Betracht. Aus dem gleichen Grunde darf eine postsedimentäre Verwitterung ausgeschlossen werden, ganz abgesehen davon, daß die Oberflächenverwitterung sich nicht nur auf einzelne Horizonte beschränkt.

Auch ein Einfluß der diagenetischen Verwitterung kommt nicht in Frage, da - wieder ganz abgesehen vom Fehlen der Korrosionserscheinungen - die geringeren Ep-Werte (wegen der Instabilität des Ep gegenüber diagenetischer Auslese) gerade umgekehrt wie in den Mehlsanden in den tieferen Schichten zu erwarten wären (WIESENEDER 1953, s.a.S.67).

Nach all diesen Überlegungen muß der Grund der unterschiedlichen Mineralführung im unteren und oberen Teil der Mehlsande in der Änderung der distributiven Provinz liegen, so daß wir hier eine Grenze vor uns haben, die primär durch eine Änderung in der Mineralzufuhr bedingt ist.

FÜCHTBAUER (in LEMCKE, v. ENGELHARDT & FÜCHTBAUER 1953) beschreibt im W-Teil der ungefalteten Molasse zwischen OMM und SBM ebenfalls einen deutlichen Einschnitt in der Mineralführung, den er als "B-Grenze" bezeichnet. Diese Grenze ist neben einer kräftigen St-Anreicherung durch eine deutliche Ep-Abnahme und eine weniger ausgeprägte Gr- und Ap-Zunahme gekennzeichnet. Da diese Unstetigkeit stets an den Sedimentationsumschlag vom marinen zum brackischen Milieu gebunden ist und der Brackwasservorstoß in der gesamten Westmolasse annähernd gleichaltrig ist, konnte LEMCKE (in LEMCKE, v. ENGELHARDT & FÜCHTBAUER 1953) den Zeitmarkencharakter der "B-Grenze" nachweisen.

Im niederbayerischen Raum ist die Unstetigkeit in der Mineralführung ebenfalls an den Umschlag vom marinen zum brackischen Milieu gebunden und auch die Änderungen der Mineralwerte stimmen, mit Ausnahme der starken St-Anreicherung in der W-Molasse, weitgehend mit den Verhältnissen in der westlichen Molasse überein. Aus diesen Gründen darf es wohl als sicher gelten, daß die unterschiedliche Mineralführung im unteren und oberen Teil der Mehlsande mit der "B-Grenze" FÜCHTBAUERs identisch ist.

Die Änderungen des Schwermineralbestandes im Horizontalprofil sind deutlich kleiner als die Schwankungen im Vertikalprofil. In der Abnahme der Ho-Gehalte von S nach N kann nur eine Transportauslese gesehen werden, die das chemisch wie auch mechanisch instabile Mineral ausmerzte. Durch diesen Rückgang wurde Ep nach N zu relativ angereichert, aber auch die metastabilen Mineralien wie St und Di konnten dadurch einen leichten Anstieg erreichen. Bemerkenswert ist noch, daß sich die Mineralführung im Gebiet der Rott - ähnlich wie die Kornverteilung - fast sprunghaft ändert, was wiederum die Vermutung nahelegt, daß die Rottschwelle die Strömungsverhältnisse und Sedimentationsumstände beeinflußte.

B. Der Schillhorizont (Leithorizont I)

1. Schichtbeschreibung

Verwendete Literatur: MAYR, M. 1957, WITTMANN, D. 1957.

WITTMANN erkannte die stratigraphische Bedeutung des Schillhorizontes und schied ihn als Leithorizont I der SBM aus. Der Horizont schließt die Sedimentation der Mehlsande ab und leitet die der Glimmersande ein. Die Basis des Schillhorizontes ist durch das sprunghafte Ansteigen der Korngröße und das massenhafte Auftreten von Muschellagen meist als scharfe Grenzfläche ausgebildet.

Der Schillhorizont zeigt an der Basis meist eine dichte, verfilzte Ansammlung von Schalen und Schalenbruchstücken, die keine Einregelung erkennen lassen; das feinsandige Zwischenmittel tritt weitgehend zurück. Nach oben nehmen Sandeinschaltungen zu; die Muschelschalen ordnen sich in horizontalen Lagen an und zeigen großenteils die typische Einregelung mit der Wölbung nach oben. In den obersten Teilen des Schillhorizontes lösen sich die Muschellagen in einzelne, geringmächtige Schille auf. Der glimmerreiche Feinmittelsand überwiegt nun den Schalenanteil deutlich und zeigt eine gut erkennbare, ruhige Horizontalschichtung. Im N-Teil des Arbeitsgebietes fehlt der Schillhorizont teilweise völlig oder tritt nur in Form schmaler, fossilreicher Bänder an der Basis der Glimmersande auf.

Mächtigkeit und Verbreitung: Der Schillhorizont erreicht im S-Teil des Arbeitsgebietes eine Mächtigkeit bis zu 5o cm. Nach N zu nimmt die Mächtigkeit rasch ab und beträgt meist nicht mehr als 1o cm. Nördlich der Rott trifft man den Schillhorizont nur noch in schmalen, häufig unterbrochenen Bändern an. Stellenweise fehlt dieser Horizont völlig und die Glimmersande setzen ohne Fossileinschaltung unmittelbar über den Mehlsanden ein.

Der Schillhorizont ist auf folgenden Gradabteilungsblättern aufgeschlossen: Birnbach 7544, E-Hälfte Triftern 7644, NE-Ecke Marktl 7743, N-Teil Simbach/Inn 7744.

2. Die Verteilung der Korngrößen

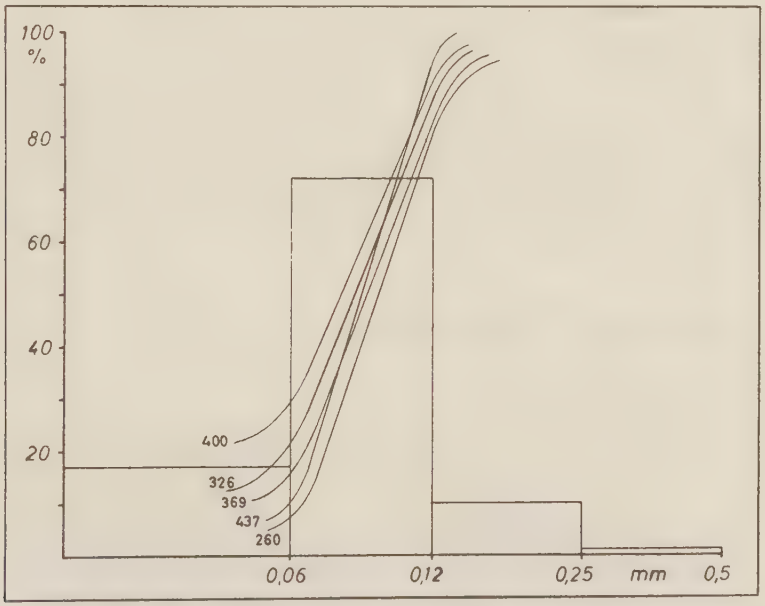


Abb. 15: Die Kornverteilung des Schillhorizontes (Probe Nr. 26o, 326, 369, 4oo, 437; das Histogramm stellt den Mittelwert aus den Proben dar)

Die Korngrößenbestimmungen stießen beim Schillhorizont wegen des hohen Anteils an Schalenbruchstücken, der von den gröbsten bis in die feinsten

Fraktionen reicht, auf Schwierigkeiten. Um diesen störenden Anteil auszumerzen, der manchmal über 5o % der Probe ausmachte und eine einwandfreie Korngrößenanalyse nicht zuließ, wurden die Proben vor der Siebung mit verdünnter HCl behandelt. Durch die gleichzeitige Zerstörung der Karbonatkörner wird die ursprüngliche Kornverteilung kaum beeinflußt, da der Anteil an klastischen Karbonaten sehr gering ist.

Bei den Sanden des Schillhorizontes handelt es sich in allen Proben um Feinmittelsande mit einem deutlich ausgeprägten Maximum zwischen o,o6 - o,12 mm Ø. Der Anteil <o,o6 mm Ø schwankt zwischen 7 - 29 %, während nur 4 - 19 % des Sedimentes >o,12 mm Ø sind. Gesetzmäßige Korngrößenänderungen im Verbreitungsgebiet des Schillhorizontes konnten nicht festgestellt werden. Die Sortierung der Sande ist "sehr gut" bis "gut". Die gröberen Ausbildungen, in denen der Prozentsatz <o,o6 mm Ø unter 15 % liegt, weisen die beste Sortierung auf, mit Werten von 1,21 - 1,23. In den Proben, in denen der Staubsandanteil 15 % übersteigt, liegen die Werte zwischen 1,26 - 1,39, mit 1,39 schon nahe an der Grenze zur "mittelmäßigen" Sortierung.

Im Vergleich zu den Mehlsanden, die als Schluffe bis Staubsande auftreten, ist der Schillhorizont als Feinmittelsand deutlich gröber: das Maximum in den Mehlsanden ist meist im Schluffbereich und nur in den gröbsten Proben in der Staubsandfraktion zu finden; im Schillhorizont herrscht dagegen die Fraktion o,o6 - o,2 mm Ø klar vor und der Anteil <o,o6 mm Ø erreicht nur noch 7 - 29 %.

3. Die Verteilung der Schwermineralien

a) Der Mineralbestand

Auch im Schillhorizont ist die Gr-Ep-Ho-Gruppe vorherrschend. Die Ep-Werte schwanken hier zwischen 25 - 37 %. Eine höhere Beteiligung zeigt Ho mit 37 - 52 %; Gr folgt mit 4 - 19 % (bezogen auf sämtliche Schwermineralien ohne Gr und Op). Recht häufig ist wiederum Ap mit 7 - 16 %; die St-Beteiligung ist geringer und beträgt 1 - 6 %; Di-Werte liegen zwischen 1 - 3 %. Tu ist wieder häufigstes Mineral der stabilen Gruppe: 1 - 4 %. Zi ist zwar stets anwesend, erreicht aber nur selten 1 %; Ru schwankt zwischen o - 3 %. Von den akzessorischen Schwermineralien überschreitet Zs 1 % nicht; Gl ist in der Mehrzahl der Proben zu finden. Ad ist sehr selten. Die Op-Werte sind niedrig: 4 - 1o % (bezogen auf sämtliche Schwermineralien ohne Gr und Op).

Der Chloritgehalt wechselt sehr stark, ist aber immer deutlich niedriger als in den Mehlsanden. Entsprechend diesen Schwankungen treten auch mehr oder weniger zahlreich Chlorite und Glimmer mit Schwermineraleinschlüssen auf.

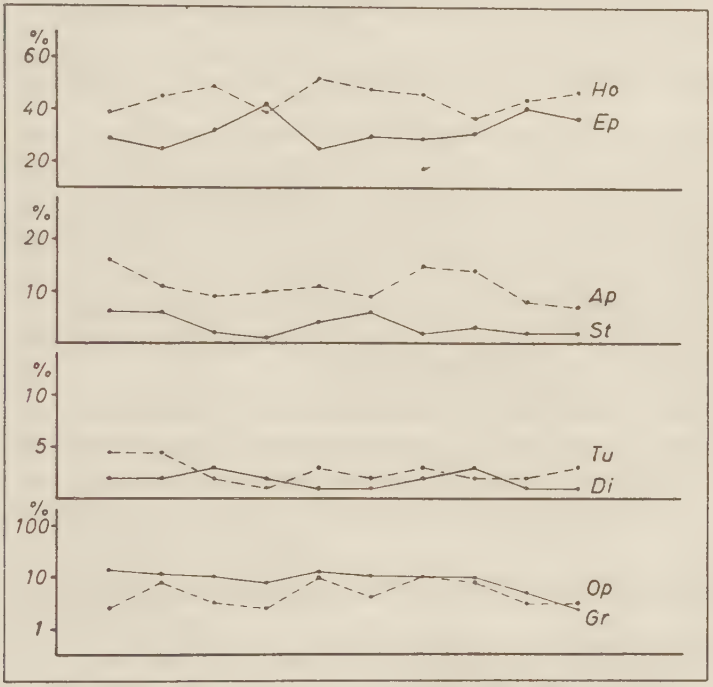


Abb. 16: Die Verteilung der Schwermineralien im Schillhorizont (Erläuterungen s.S. 1o)

Unterschiede zum oberen Teil der Mehlsande, dem Liegenden des Schillhorizontes, ergeben sich vor allem durch einen leichten Anstieg des St- und Di-Gehaltes (dieser Vergleich gilt nur für den S-Teil des Arbeitsgebietes, dem Verbreitungsgebiet des Schillhorizontes). Im Durchschnitt nehmen auch Ap und Gr geringfügig zu, während der Gl-Anteil etwas zurückgeht. Die vorherrschenden Mineralien Ep und Ho zeigen keine merkliche Änderung. Bezeichnend ist der sprunghafte Abfall der Chlorite und Glimmer.

b) Die Mineraleigenschaften

Im Schillhorizont sind, ähnlich wie in den Mehlsanden, keine stärkeren Korrosionserscheinungen an Schwermineralien zu beobachten. Nur selten ist Ep getrübt oder Ho leicht angeätzt. Im Zusammenhang mit der raschen Kornvergröberung des Schillhorizontes gegenüber den Mehlsanden werden auch die Schwermineralien allgemein größer. Auffallend sind in manchen Proben große Di; auch St gehört meist zu den größeren Körnern.

c) Die Abhängigkeit der Schwermineralverteilung von der Korngröße

Die Schluffe bis Staubsande der Mehlsande werden sprunghaft von den Feinmittelsanden des Schillhorizontes abgelöst. Diese Korngrößenzunahme führte zu den obenerwähnten, geringfügigen Verschiebungen in der Mineralverteilung: das geringe Anwachsen der Gr-, St- und Di-Werte ist sicher auf die Kornvergröberung zurückzuführen, da gerade diese Mineralien in größeren Exemplaren vorliegen und in den feineren Sedimenten der Mehlsande fehlen. Wir haben es hier folglich mit einer Auslese nach der Korngröße zu tun (SCHEIDHAUER 1939/4o).

Die sprunghafte Abnahme des Chloritgehaltes ist ebenfalls eine Folge der Kornvergröberung, da die leicht schwebenden, blättchenförmigen Chlorite bei größerer Strömungsintensität noch nicht sedimentiert, bzw. wieder ausgewaschen werden (Auslese nach der Kornform: SCHEIDHAUER 1939/4o).

d) Die Schwermineralverteilung im Vertikal- und Horizontalprofil

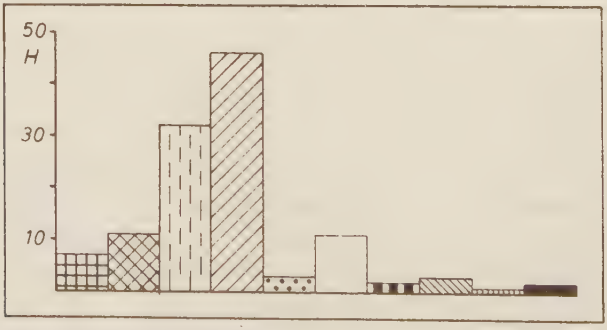


Abb. 17: Die mittlere Schwermineralverteilung im Schillhorizont (Legende s.S. 11)
H = Häufigkeit

Wegen des verhältnismäßig kleinen Areals (ca. 12 km x 15 km) und der geringen Probenzahl ist es nicht möglich, irgendwelche Abhängigkeiten der Schwermineralführung von regionalen Gegebenheiten festzustellen. Trotz günstiger Voraussetzungen, wie geringe Mächtigkeit (einheitliche Schwermineralführung im Vertikalprofil), Horizontbeständigkeit und gleichbleibende Kornverteilung (Ausscheiden von Korngrößeneffekten) lassen die ermittelten Werte keine Änderungen der Schwermineralverteilung im Horizontalprofil erkennen.

e) Ergebnisse und Folgerungen

Die Untersuchungen über die Schwermineralverteilung des Schillhorizontes ergeben nur unbedeutende Unterschiede zu den unterlagernden Mehlsanden und sind sicher nur durch die plötzliche Korngrößenzunahme des Schillhorizontes bedingt: leichtes Ansteigen von St und Di, untergeordnet auch von Gr und Ap; gleichzeitig rasche Abnahme von Chlorit und Glimmer. Für eine regionale Änderung der Schwermineralführung innerhalb des Schillhorizontes können wegen der geringen räumlichen Erstreckung und der niederen Probenzahl keine verwertbaren Ergebnisse erzielt werden.

C. Die Glimmersande (Einheit II)

1. Schichtbeschreibung

Verwendete Literatur: NEUMAIER, F. & WIESENEDER, H. 1939, ZÖBELEIN, H.K.1940, EDER, M. 1954, WOLF, W. 1956, MAYR, M. 1957, WITTMANN, D. 1957.

Die Glimmersande, die Einheit II der SBM nach WITTMANN, liegen mit scharfer Grenze auf den Mehlsanden, wobei vorwiegend im S-Teil an ihrer Basis der Schillhorizont eingeschaltet ist. Die sprunghafte Kornvergröberung und der Farbumschlag von den Grautönen der Mehlsande zum Gelb- bis Rotbraun der Glimmersande lassen diese Grenze stets gut erkennen.

Die Glimmersande zeichnen sich durch ihre lockere Packung, den hohen Glimmergehalt und die deutliche Horizontal- und Schrägschichtung aus. Die feineren unteren Partien sind meist ruhig horizontal geschichtet; die höheren Teile zeigen dagegen eine zunehmend unruhige Schichtung, die durch eingeschaltete Geröllschnüre (Gerölle bis zu 6 cm Ø) und dunkle Glimmer-

lagen noch hervorgehoben wird. Auch Mergel- und Tonbänder treten gelegentlich auf.

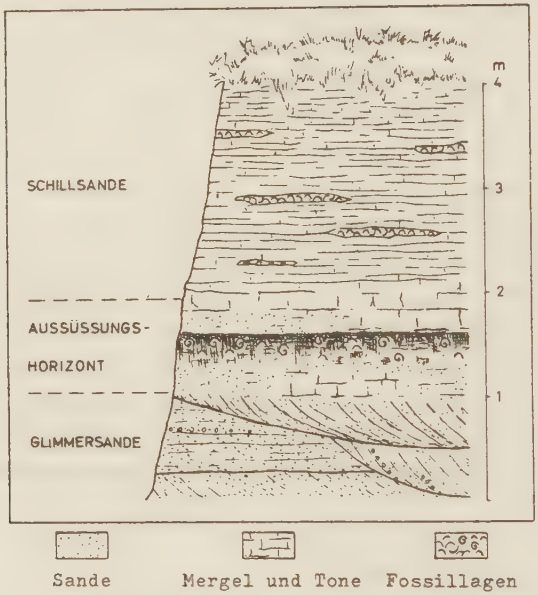
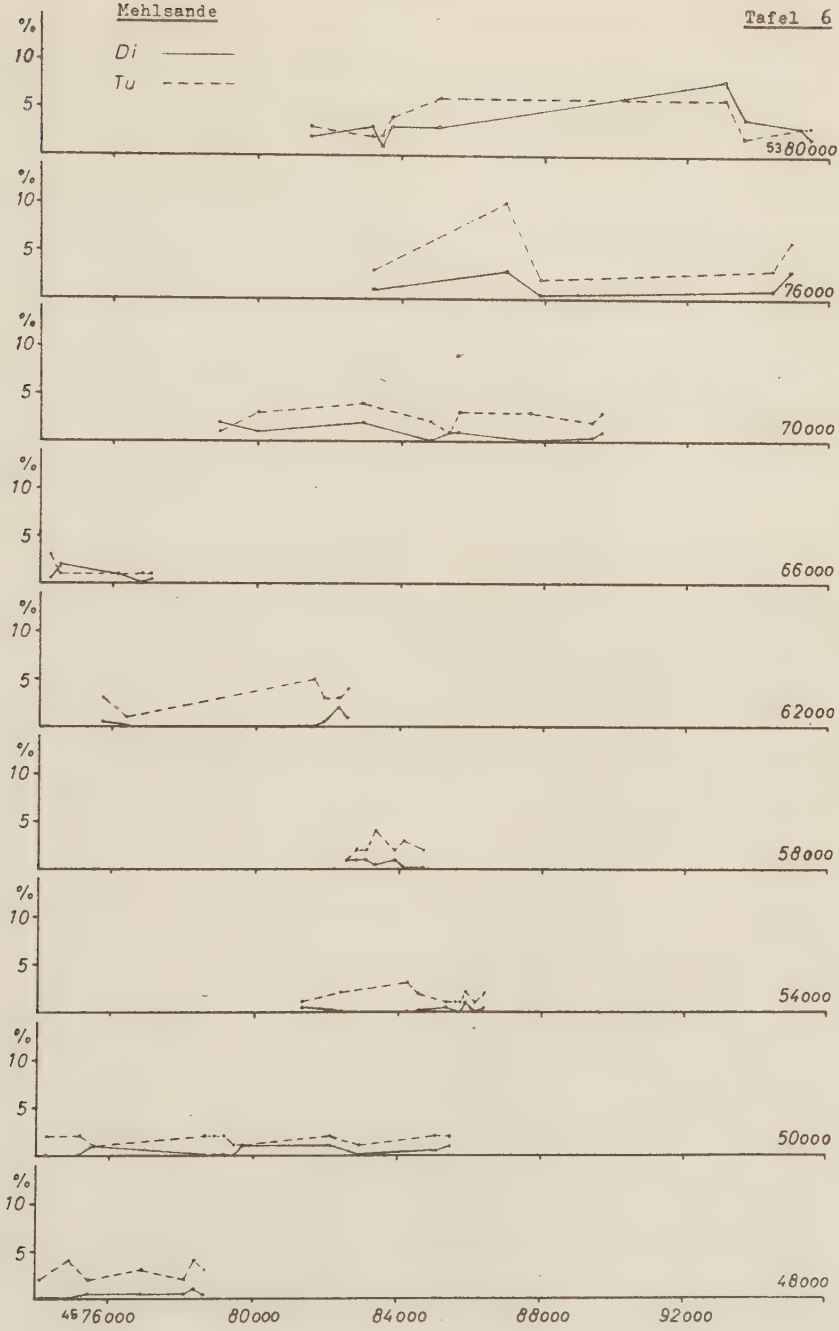


Abb. 18: Die Ausbildung der Glimmersande und ihre Grenze zum Aussüßungshorizont und zu den Schillsanden (schematisch)

Eine abweichende Ausbildung zeigen die Aufschlüsse im SW-Teil des Arbeitsgebietes, im Profil des Antersdorfer Baches. Die unteren und mittleren Teile der Glimmersande zeichnen sich hier durch den rhythmischen Wechsel von dünnen Mergelbändern und glimmerreichen Feinsandlagen aus, die dem Sediment eine Ähnlichkeit mit den Blättermergeln der OMM geben.

Eine weitere abweichende Ausbildung der Glimmersande stellt der "Pettenauer Schotter" im SE-Teil des Arbeitsgebietes dar. Er ist ein 4 m mächtiges Schotterpaket, das den obersten Teilen der Glimmersande eingeschaltet ist und knapp unter dem Aussüßungshorizont liegt. Die außergewöhnlich starke Geröllanreicherung deutet MAYR (1957) als eine Schotter-


Mehlsande
Tafel 6
Di
Tu
%
10
5
53 80000
76000
70000
66000
62000
58000
54000
50000
48000
45 76000
80000
84000
88000
92000

zunge, die sich von der nahegelegenen südlichen Küste in das flache Sedimentationsbecken vorschob.

Nach oben gehen die Glimmersande in den durch Humussubstanzen tief gefärbten Aussüßungshorizont über.

Mächtigkeit und Verbreitung: Im Gebiet zwischen Rott und Inn liegen die Mächtigkeiten der Glimmersande nahezu gleichbleibend bei 2o m und steigen nur im S, an den Flanken des Inntales, auf 3o m an. Nördlich der Rott bis zur Vils nimmt die Mächtigkeit auf lo - 15 m ab.

Die Glimmersande sind auf folgenden Gradabteilungsblättern aufgeschlossen: E-Teil Aidenbach 7444, Ortenburg 7445, W-Rand Passau 7446, SE-Ecke Pfarrkirchen 7543, Birnbach 7544, NW-Ecke Griesbach 7545, Triftern 7644, W-Rand Rotthalmünster 7645/7745, NE-Teil Marktl 7743, N-Teil Simbach/Inn 7744.

2. Die Verteilung der Korngrößen

Die Ablagerungen der Glimmersande sind vorwiegend Feinmittel- bis Mittelsande. Die vorherrschende Fraktion wird meist von den Korngrößen o,12 - o,25 mm Ø, seltener o,o6 - o,12 mm Ø gebildet. Nur in den untersten Partien der Glimmersande, deren Mächtigkeit nur wenige Meter betragen, überwiegt die Kornklasse o,o6 - o,12 mm Ø.

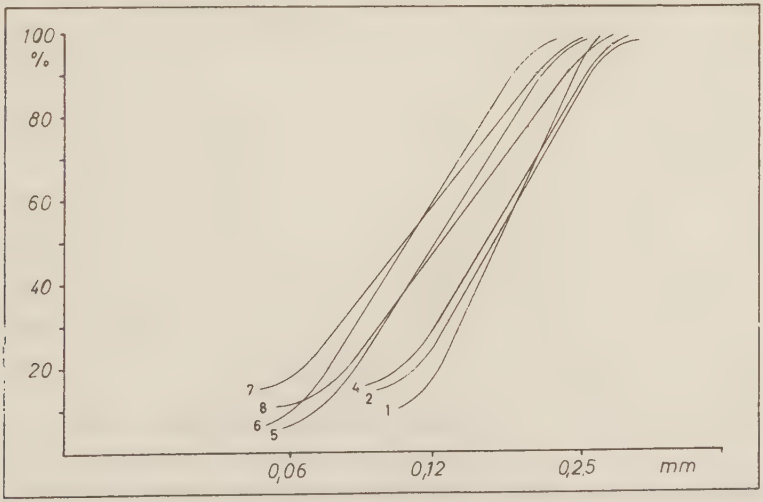


Abb. 19: Die Kornverteilung der Glimmersande im S-Teil (1, 2, 4) und N-Teil (5, 6, 7, 8) des Arbeitsgebietes (Mittelwertskurven)

Im allgemeinen ist im Vertikalprofil eine leichte Zunahme der Korngrößen von unten nach oben festzustellen, so daß gewöhnlich im Aussüßungshorizont die gröbste Ausbildung angetroffen wird. Diese Kornvergröberung ist jedoch gering und macht sich nur im Ansteigen der Prozentwerte in der Fraktion o,12 - o,25 mm Ø bemerkbar. Die Sortierung ist durchwegs "sehr gut" bis "gut": 1,1o - 1,38.

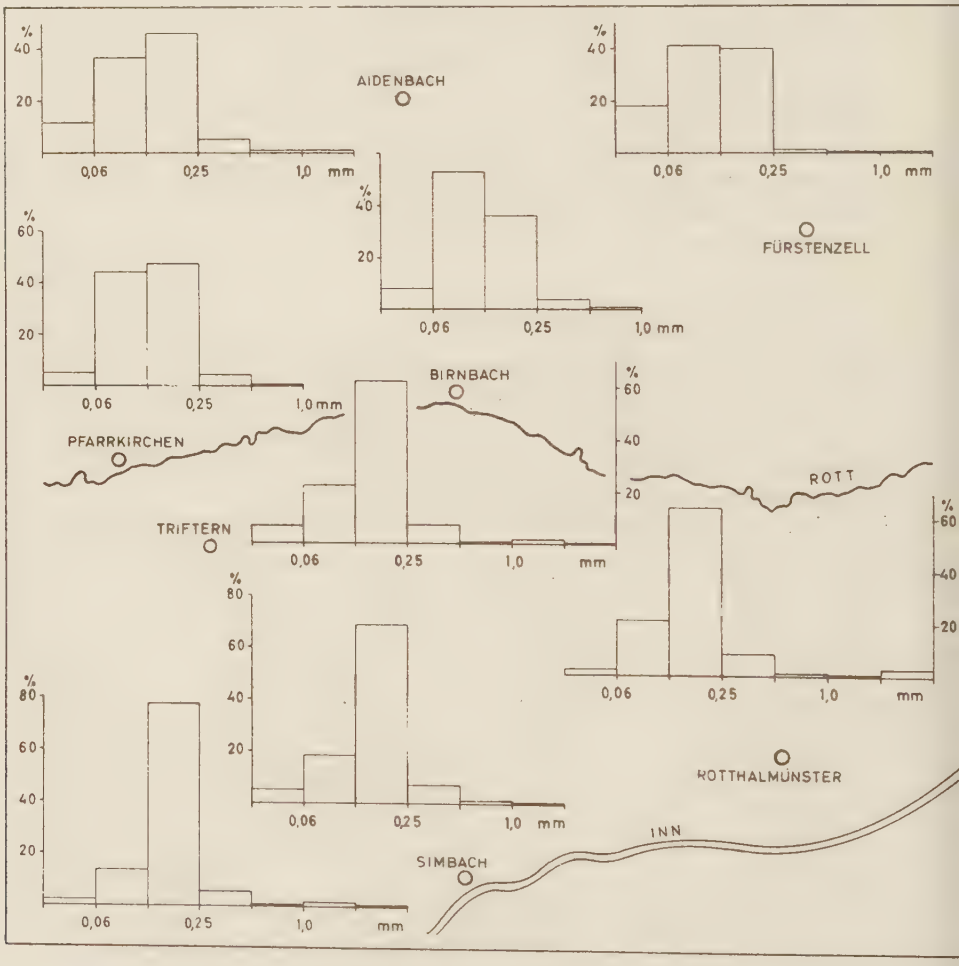


Abb. 2o: Die mittlere Kornverteilung der Glimmersande im Horizontalprofil

Die regionale Verteilung der Korngrößen in den Glimmersanden zeigt ein ähnliches Verhalten wie in den Mehlsanden: die Korngrößen nehmen von S nach N ab. Dabei läßt sich für die Glimmersande- vermutlich wegen der im Vergleich zu den Mehlsanden größeren Anzahl der Analysen - der Einfluß einer E-W-gerichteten Strömungskomponente nachweisen, die auf eine Schüttung von SE nach NW hinweist. Die fast sprunghafte Verfeinerung des Sedimentes nördlich des Rottales muß wohl mit dem Einfluß der Rottschwelle, jener E-W-verlaufenden, jungtertiären Aufwölbung im Gebiet des Rottales, auf die Strömungsverhältnisse im Sedimentationsbecken in Zusammenhang gebracht werden. Den gleichen, allerdings nicht so bezeichnenden Hinweis dafür lieferte schon die Kornverteilung der Mehlsande.

Im Vergleich zu den Mehlsanden sind die Glimmersande deutlich gröber ausgebildet; Schluff, Silt und Staubsand der Einheit I werden sprunghaft von Feinmittelsanden der Einheit II abgelöst.

3. Die Verteilung der Schwermineralien (s. Tafel 7 - 1o)

a) Der Mineralbestand

Die Gr-Ep-Ho-Vormacht bleibt auch in den Glimmersanden erhalten. Die Ep-Werte schwanken zwischen 14 - 52 %, im Mittel zwischen 2o - 35 %, wobei die niederen Prozentwerte vorwiegend im S, die hohen im N des Arbeitsgebietes auftreten. Ho erstreckt sich über den weiten Bereich von 3 - 62 %, liegt im Durchschnitt aber nur zwischen 2o - 5o %; auch diese Schwankung ist regional bedingt, wobei die hohen Ho-Werte im S-Teil und die niederen im N-Teil des Arbeitsgebietes angetroffen werden. Die außerordentlich starken Schwankungen der Gr-Gehalte von 1 - 336 % (bezogen auf sämtliche Schwermineralien ohne Gr und Op) sind ausschließlich durch die wechselnden Korngrößen der Glimmersande bedingt. Von den wichtigsten Begleitmineralien wechseln sich Ap mit 1 - 2o %, und St mit 1 - 25 % in der Führung ab, wobei für beide Mineralien eine Häufung um 1o % auftritt. Di (o,5 - 9 %) ist weit weniger häufig. Von den stabilen Mineralien zeigt Tu relativ hohe Werte mit 2 - 12 %. Zi fehlt häufig und überschreitet 2 % nicht; Ru dagegen ist fast immer anwesend (o - 5 %). Die Zs-Führung schwankt zwischen o - 3 %. Gl ist selten und nur in einem kleinen Teil der Proben zu finden.

Ad tritt etwas häufiger auf und beträgt in einem Fall sogar 7 %. Auch Si wurde vereinzelt gefunden. Ti beteiligt sich regelmäßig mit o - 9 %. Der Op-Anteil schwankt von 8 - 8o % (bezogen auf sämtliche Schwerminerallen ohne Gr und Op). Die Chloritbeteiligung ist meist gering. Trotzdem finden sich nahezu in jedem Präparat Chlorite mit den typischen Schwermineraleinschlüssen.

Vergleicht man die Schwermineralverteilung in den Glimmersanden mit der Schwermineralverteilung in den oberen Teilen der Mehlsande miteinander, so zeigt es sich, daß die Ep-Werte nahezu unverändert bleiben. Die Ho-Werte gehen dagegen in den Glimmersanden etwas zurück. Einen deutlichen Anstieg verzeichnet der Gr, dessen Werte in den Glimmersanden bis zu 336 % erreichen, in den Mehlsanden über 22 % aber nicht hinauskommen (die Gr-Werte beziehen sich jeweils auf sämtliche Schwerminerallen ohne Gr und Op). St steigt ebenfalls merklich an. Etwas häufiger wird auch Di und Tu. Annähernd unverändert bleibt Ap und auch der Op-Anteil. Auffallend ist die starke Abnahme der Chloritgehalte.

b) Die Mineraleigenschaften

Die Mineralien der Glimmersande sind nicht so frisch wie die der Mehlsande. Vielfach zeigt Gr leichte Korrosionserscheinungen, die in den oberen Teilen der Glimmersande meist häufiger werden. Auch grüne Ho ist öfters angegriffen, braune Ho dagegen meist unverwittert. Ep ist häufig trüb und zeigt leicht geätzte Ränder. Die Zunahme des Ätzungsgrades ist sicher durch die lockere Packung (verstärkter Angriff durch zirkulierende Porenwässer: WIESENEDER & MAURER 1958) und durch die deutliche Abnahme des Karbonatgehaltes (konservierende Eigenschaft des Kalkanteiles) bedingt und so die Folge einer nachträglichen Verwitterung. Dieser Einfluß war jedoch nicht so tiefgründig, daß dadurch eine Auslese des Mineralbestandes stattfand.

Die zunehmende Kornvergröberung hat erwartungsgemäß eine Größenzunahme der Schwermineralien, und zwar vor allem von Gr, St und Ho, zur Folge. Auch Ap und Di liegen häufig als große Körner vor. Auffallend sind weiterhin einzelne große, idiomorphe Ru und Zi.

c) Die Abhängigkeit der Schwermineralverteilung von der Korngröße

Die Änderungen in der Schwermineralführung gegenüber dem oberen Teil der Mehlsande haben ihren Grund sicher darin, daß die Glimmersande gröber sind als die Mehlsande: die Mehlsande gehören in die Schluff- bis Staubsandfraktion, die Glimmersande in die Feinmittel- bis Mittelsandfraktion.

Die Kornvergröberung führte vor allem zum starken Anwachsen des Gr-Gehaltes, dessen Abhängigkeit von der Korngröße wiederholt in der Literatur erwähnt wird (KLEINSORGE 1937 b, SINDOWSKI 1938 a, RICHTER 1939, SCHEIDHAUER 1939/4o). Auch das Ansteigen von St, Di und Tu läßt sich, vor allem wegen ihrer meist großen Gestalt, als Folge der Korngrößenzunahme deuten und geht vor allem auf Kosten der mechanisch instabilen Ho, die einen leichten Rückgang verzeichnet. Das nahezu völlige Fehlen von Chlorit ist ebenfalls durch die Vergröberung des Sedimentes bedingt.

d) Die Schwermineralverteilung im Vertikal- und Horizontalprofil

d1) Die Schwermineralverteilung im Vertikalprofil

Änderungen der Mineralgesellschaft im Vertikalprofil, die die Untersuchungen über die Schwermineralverteilung im Horizontalprofil stören könnten, treten in den Glimmersanden nicht auf. Das zeigen vor allem zwei vollständig erschlossene Profile, in denen Proben im Abstand von 2 m (Rott, 1o Proben), bzw. 4 m (Pettenau, 5 Proben) entnommen wurden.

Für das Profil bei Rott ergeben sich folgende Werte: für Ep 29 % ± 3 %, für Ho 35 % ± 8 %; die Schwankungen liegen,bei einer Auszählung von 3oo - 4oo Körnern pro Präparat, für Ep noch unterhalb der errechneten Fehlergrenze (KRUMBEIN & PETTIJOHN 1938, DÜRR 1953). Die knapp über der Zählgenauigkeit liegende Streuung der Ho-Werte ist eine Folge der unterschiedlichen Kornverteilung der Proben. Die Gr-Werte variieren bedeutend stärker, zeigen aber gerade in diesem Falle ihre deutliche Abhängigkeit von der Korngröße: hohe Gr-Gehalte in gröberen, niedere in feineren Proben. Die gleiche Erscheinung zeigt St, dessen Schwankungen vor allem die Ho-Werte beeinflussen.

Im Profil bei Pettenau sind die Schwankungen für Ep noch geringer und betragen nur 21 % ± 1 %, für Ho 43 % ± 6 %. Schließt man die Probe aus dem Pettenauer Schotter aus, der die geringste Ho-Führung aufweist, dann verringert sich die Variationsbreite für Ho auf ± 2 %. Ganz besonders deutlich läßt sich in diesem Profil die Abhängigkeit des Gr-Gehaltes von der Korngröße nachweisen: der Gr erreicht im Pettenauer Schotter mit 336 % den höchsten Anteil in den Glimmersanden; dieser Wert sinkt sprung-

haft, entsprechend der Korngrößenabnahme über 166 %, 1o1 % und 46 % schließlich auf 31 % in der feinsten Probe ab (all diese Gr-Werte beziehen sich auf sämtliche Schwermineralien ohne Gr und Op). Eine ähnliche Verteilung zeigt wieder St, der im Pettenauer Schotter den Spitzenwert von 25 % erreicht, gegenüber 9 - 13 % in den feineren Proben dieses Profils. Umgekehrt verhält sich Ap, der in der gröbsten Probe nur 2 % ausmacht und bis auf 11 % in der feinsten Probe ansteigt. Die übrigen Mineralwerte zeigen keine Beeinflussung durch die unterschiedliche Kornverteilung.

Aus der Untersuchung dieser beiden Profile geht eindeutig hervor, daß der Ep-Gehalt innerhalb eines Profils sehr einheitlich ist und durch Korngrößenschwankungen nicht beeinflußt wird. Die unterschiedlichen Ep-Werte im Arbeitsgebiet müssen folglich regional bedingt sein. Die Ho-Werte zeigen eine geringe Abhängigkeit von der unterschiedlichen Kornverteilung innerhalb eines Profils. Die Beeinflussung ist jedoch so gering, daß größere Unterschiede in der Ho-Führung ebenfalls auf eine regionale Auslese zurückgeführt werden müssen. Die Gr-Werte sind sehr stark von der unterschiedlichen Korngröße des Sedimentes abhängig. Sie eignen sich folglich nicht zur Korrelierung von Proben verschiedener geographischer Lage, da unterschiedliche Gr-Gehalte nicht unbedingt eine Folge regionaler Gegebenheiten sein müssen. Ebenso können die stark wechselnden St-Werte nur bedingt ausgewertet werden. Trotzdem sind diese Mineralien für die Auswertung sehr wertvoll, da sie wichtige Aufschlüsse über die Strömungs- und Sedimentationsverhältnisse geben.

d2) Die Schwermineralverteilung im Horizontalprofil

Im vorausgegangenen Kapitel konnte nachgewiesen werden, daß innerhalb eines Profils störende Schwankungen für die Ep- und Ho-Werte ausgeschaltet werden dürfen. Regionale Änderungen der beiden Mineralwerte müssen folglich als horizontale Auslese gedeutet werden, die bei annähernd gleichbleibenden Sedimentations- und Umweltverhältnissen nur durch den Transport bedingt sein können.

Für die Ep-Werte ergibt sich ein leichter Anstieg von S nach N: im S des Arbeitsgebietes liegen die Werte mit wenigen Ausnahmen um 2o % und erreichen im N durchschnittlich 3o % und mehr. Größere Abweichungen zeigt Ho: hier liegen die hohen Gehalte, häufig um 5o % oder etwas dar-

unter, im S-Teil, während nach N eine deutliche Abnahme auf durchschnittlich 3o % eintritt.

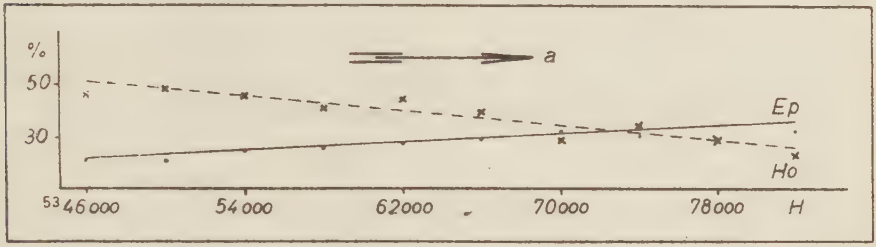


Abb. 21: Das Verhalten von Ep und Ho in einem SE-NW-Profil (a = Schüttungsrichtung, H = Hochwerte)

Die größten Unterschiede in der regionalen Verteilung zeigt Gr, dessen Gehalte im S-Teil fast ausschließlich zwischen 4o - loo % liegen. Im Mittelteil bewegen sich diese Werte vorwiegend zwischen 5 - 4o % und gehen nur selten darüber hinaus; im N ist wieder ein leichter Anstieg auf rund 4o % zu verzeichnen (alle Gr-Werte beziehen sich wieder auf sämtliche Schwermineralien ohne Gr und Op). Der leichte Anstieg der Gr-Werte im N-Teil des Arbeitsgebietes ist wohl sicher durch die Lage der Aufschlüsse in der nördlichen Randzone des Molassebeckens zu erklären: die verstärkte Wasserbewegung in den küstennahen Teilen des Sedimentationsraumes führte zu einer Anreicherung von Gr zuungunsten der mechanisch weniger stabilen Mineralien (KLEINSORGE 1937 b). Ap-Gehalte bleiben nahezu konstant; für St macht sich ein leichter Anstieg in nördlicher Richtung bemerkbar. Deutlich ausgeprägt ist die Zunahme von Tu, dessen Beteiligung im S 5 % nicht übersteigt, im N meist über 5 % liegt. Die übrigen Schwermineralien zeigen gleichbleibende Werte.

Größenmessungen an Granatkörnern: Um der Ursache der starken Schwankungen der Gr-Werte nachzugehen, wurden in 12, über das gesamte Gebiet verteilten, Proben jeweils die längsten Achsen von loo Gr-Körnern gemessen. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgte nach der Art der Histogramme, wie sie bei den Korngrößenanalysen verwendet wurden. Die Abszisse trägt hier allerdings keinen logarithmischen Maßstab und die Ordinate zeigt nicht die Gewichtsprozente, sondern die Zahlenprozente an. Als Intervalle wurden, bedingt durch die Mikrometereinteilung, $14{,}2\,\mu$ gewählt.

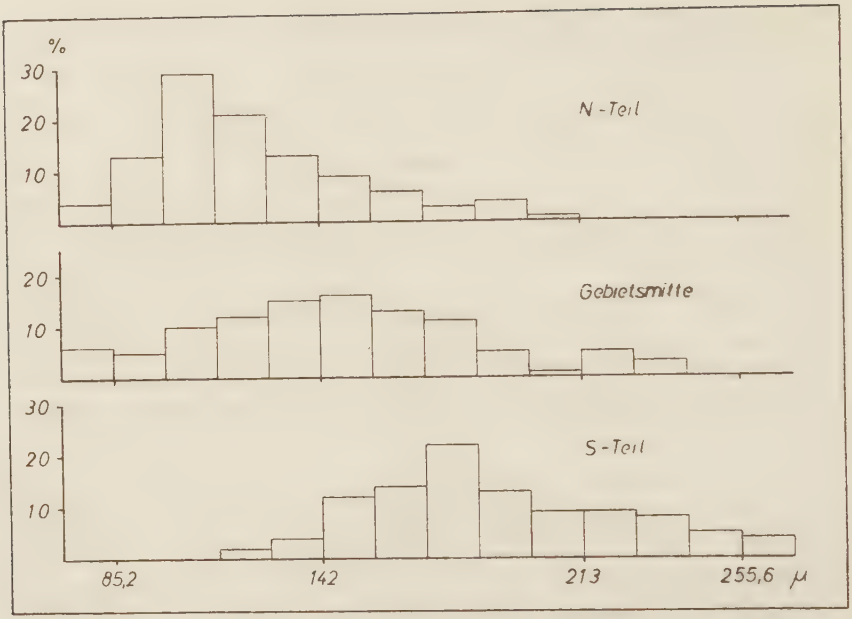


Abb. 22: Die mittlere Größenverteilung der Gr in den Glimmersanden

Die Ergebnisse dieser Messungen zeigen in guter Übereinstimmung mit der Kornverteilung der Glimmersande eine Größenabnahme der Gr von S nach N, gleichlaufend mit einer Abnahme der Häufigkeit. Die Maxima im S-Teil liegen zwischen o,17 mm Ø - o,23 mm Ø, im N-Teil um o,11 mm Ø. Die Größenverteilung der Gr in der Gebietsmitte stellt einen Übergang dar, wobei teilweise zwei Maxima auftreten. Aus der hohen Gr-Beteiligung und der gleichzeitig großen Gestalt der Gr-Körner geht hervor, daß der Gr im Muttergestein des Liefergebietes vorwiegend in relativ großen Exemplaren vorgelegen haben muß. Bei der nördlichen Schüttungsrichtung, wie sie für die Glimmersande zutrifft, wurden die großen Gr-Körner und damit die Hauptmenge des Gr durch das Nachlassen der Strömungsintensität bereits im S-Teil des Arbeitsgebietes sedimentiert. Durch den Ausfall dieser Hauptmenge läßt sich auch die deutliche Abnahme der Gr-Werte in nördlicher Richtung erklären, die eine Auslese nach der Korngröße darstellt (SCHEIDHAUER 1939/4o). Daß der Gr im Laufe des Transportes ausgemerzt wurde, ist wegen seiner extrem hohen Transportstabilität unmöglich.

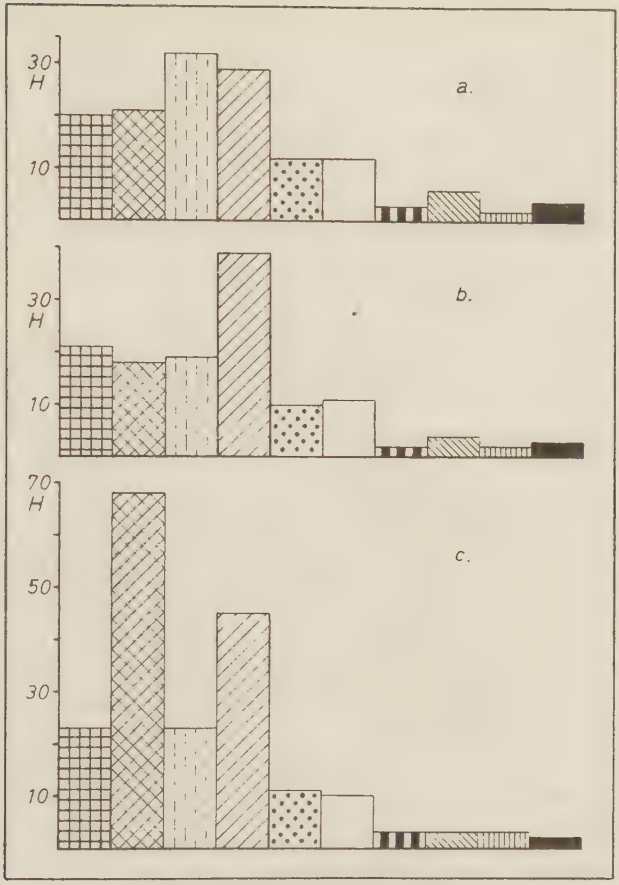


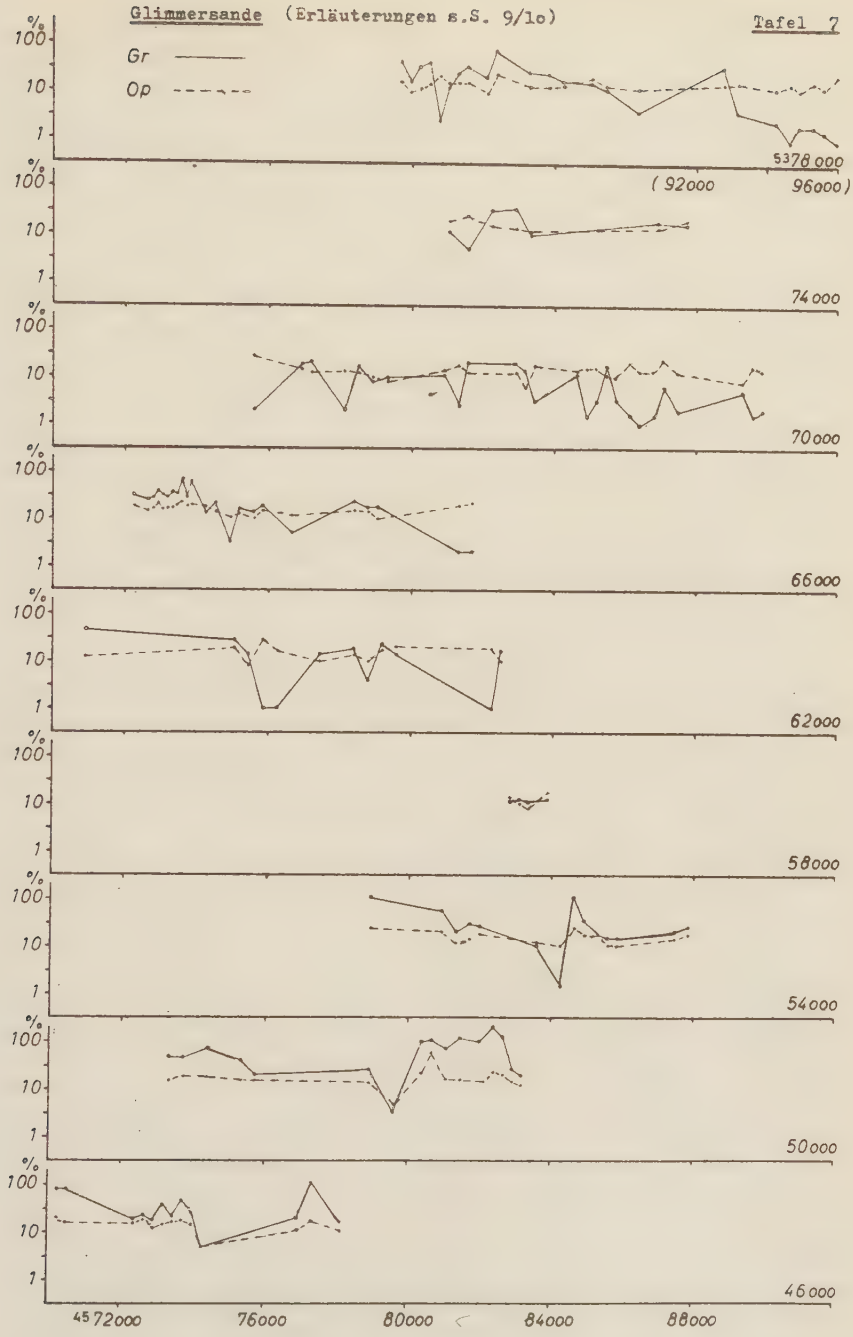
Abb. 23: Die mittlere Schwermineralverteilung in den Glimmersanden (a = N-Teil, b = Gebietsmitte, c = S-Teil des Arbeitsgebietes; Legende s.S.11)
H = Häufigkeit

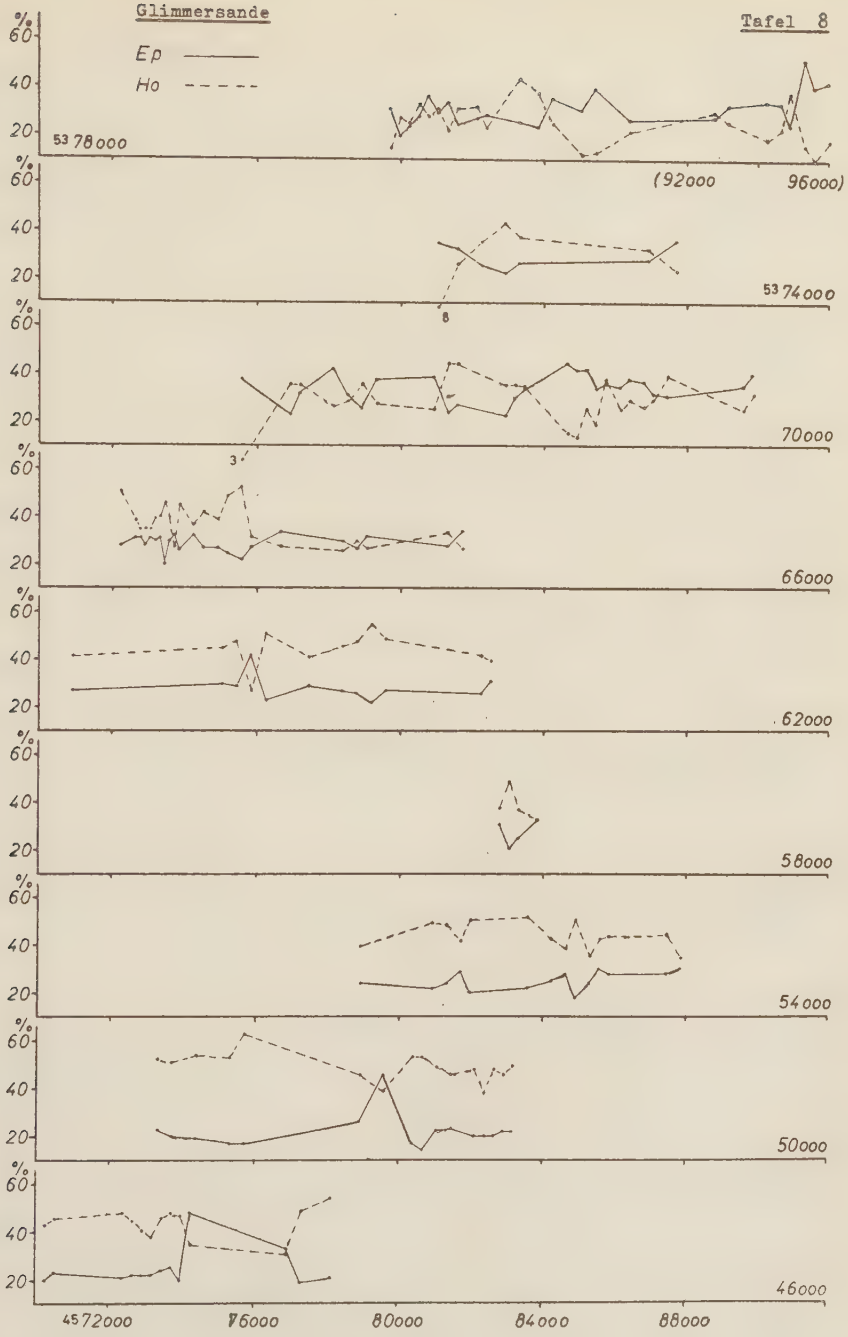
Ein auffallendes Merkmal der Mineralassoziation ist im SE-Teil des Arbeitsgebietes, in den gröberen Ablagerungen des Pettenauer Gebietes, zu beobachten. Hier nimmt der Ad-Anteil deutlich zu und ist in jeder Probe zu finden, im Extremfall sogar mit 7 % (im übrigen Arbeitsgebiet tritt er dagegen nur unregelmäßig in einzelnen Exemplaren auf). Auch Si tritt hier vereinzelt hinzu. Die Anreicherung dieser beiden Mineralien,

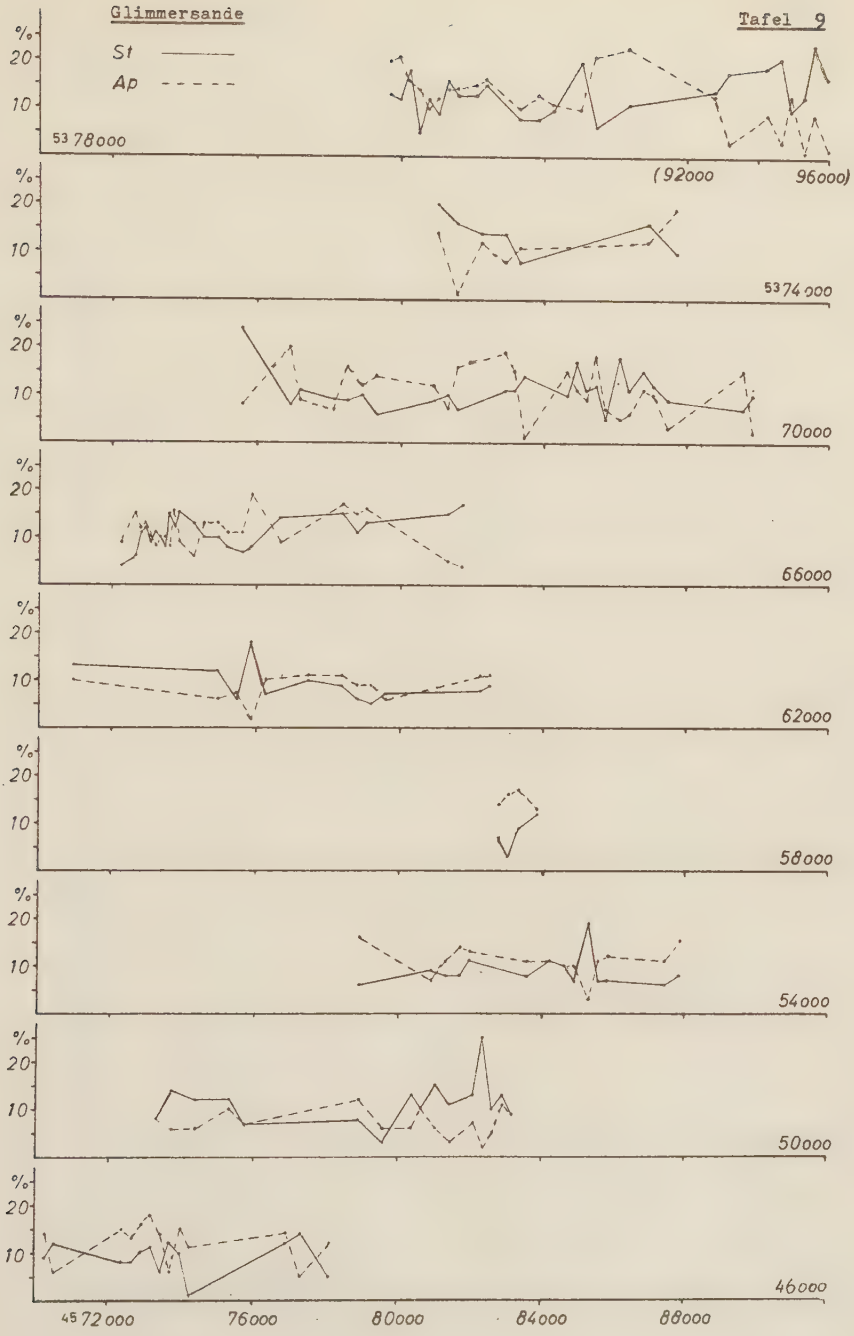
die im allgemeinen aus dem moldanubischen Raum hergeleitet werden, können im Gebiet um Pettenau nicht durch eine Zufuhr aus dem Moldanubikum erklärt werden. Vielmehr muß hier an die Erklärung durch NEUMAIER & WIESENDER (1939) gedacht werden, die das gelegentliche Auftreten von Ad und Si auf Umlagerungen der oligozänen Molasse zurückführen, wo sie z.B. in den Glassanden häufig auftreten. Durch die erhöhte Reliefenergie des Vorlandes, ersichtlich aus der groben Schüttung des Pettenauer Schotters, kann auch eine verstärkte Aufarbeitung der Oligozänmolasse erklärt werden, die damit auch die erhöhte Zufuhr von Ad, und vereinzelt Si, bedingte.

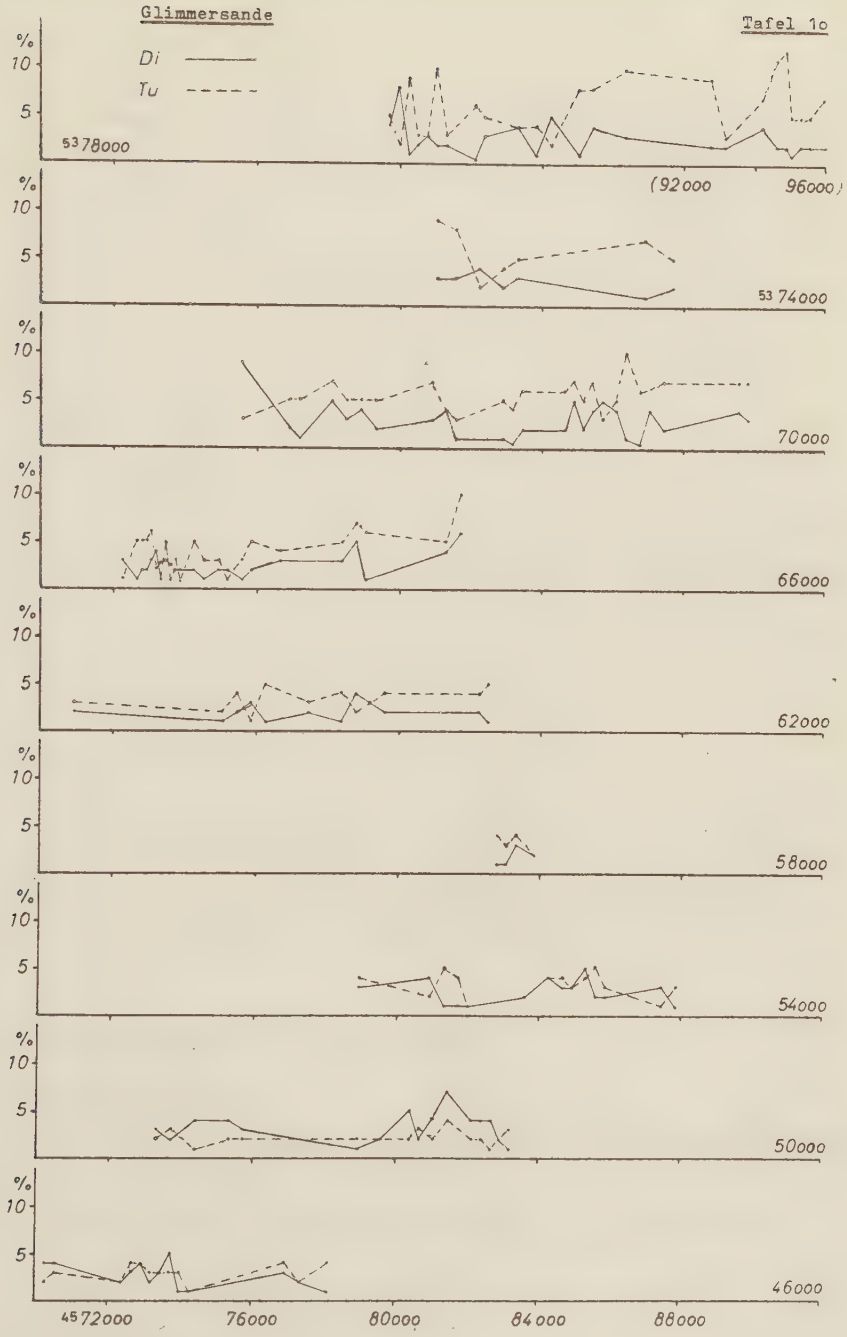
Eine weitere abweichende Schwermineralverteilung der Glimmersande zeigt sich im NE-Teil des Arbeitsgebietes mit einer deutlichen Abnahme der Gr-Werte unter 5 %, der Ho-Werte auf rund 2o % und der Ap-Werte auf ca. 5 %. Einen deutlichen Anstieg dagegen verzeichnen St, Tu und Ep zuungunsten der vorher erwähnten Mineralien. Aus dieser Verteilung läßt sich eindeutig der Rückgang der verwitterungsstabilen Mineralien Gr, Ho und Ap, und die Anreicherung der stabilen und metastabilen Mineralien Tu, St und Ep ersehen. Die Verschiebung der Schwermineralverteilung zugunsten der verwitterungsstabilen Mineralien, die starken Korrosionserscheinungen an Gr, Ho und Ep und die völlige Entkalkung der Glimmersande lassen auf eine verstärkte Verwitterungsauslese am N-Rand des Molassebeckens schließen. Möglicherweise erfolgte die Verwitterung schon während der Sedimentation in Küstennähe; wahrscheinlicher ist jedoch eine postsedimentäre Auslese, die durch die Nähe des kristallinen Untergrundes begünstigt wurde.

Auch die Frage nach dem Einfluß des Moldanubikums auf die brackischen Ablagerungen taucht in diesem Zusammenhang auf. Die verstärkte Ad-Beteiligung und das gelegentliche Auftreten von Si deutet zunächst auch darauf hin, ließe allerdings gleichzeitig eine vermehrte Zufuhr von Zi erwarten, die jedoch nicht beobachtet wird. Aus diesem Grunde darf wohl als sicher angenommen werden, daß das Mineralbild nicht durch eine Zufuhr aus dem Moldanubikum, sondern durch Verwitterungsauslese gestört wurde. Auch nach den Ergebnissen früherer Arbeiten (s.S. 12) ist eine Beteiligung moldanubischen Materials in den Glimmersanden nicht zu erwarten, da diese weder dem Kristallin unmittelbar auflagern, noch eng benachbart sind, so daß eine Aufarbeitung des kristallinen Untergrundes gar nicht möglich ist.


Glimmersande (Erläuterungen s.S. 9/1o)
Tafel 7
Gr
Op
%
100
10
1
5378 000
(92000
96000)
74000
70000
66000
62000
58000
54000
50000
46000
4572000
76000
80000
84000
88000


Glimmersande
Ep
Ho
Tafel 8
%
60
40
20
5378000
(92000
96000)
5374000
8
70000
3
66000
62000
58000
54000
50000
46000
4572000
76000
80000
84000
88000


Glimmersande
Tafel 9
St
Ap
%
20
10
5378000
(92000
96000)
5374000
70000
66000
62000
58000
54000
50000
46000
4572000
76000
80000
84000
88000


Glimmersande
Tafel 1o
Di
Tu
%
10
5
5378000
(92000
96000)
5374000
70000
66000
62000
58000
54000
50000
46000
4572000
76000
80000
84000
88000

e) Ergebnisse und Folgerungen

Die Unterschiede in der Mineralführung zwischen Mehlsanden und Glimmersanden liegen in erster Linie in der sprunghaften Kornvergröberung. Änderungen der Mineralverteilung im Vertikalprofil treten - mit Ausnahme der Gr-, untergeordnet auch St- und Ap-Werte, die korngrößenbedingt sind - nicht auf. Für die vorherrschenden Mineralien, Ep und Ho dürfen stärkere Einflüsse durch Korngrößenänderungen innerhalb eines Profils ausgeschlossen werden. Regionale Änderungen dieser beiden Mineralwerte müssen demnach als Folge einer horizontalen Auslese gedeutet werden, die bei annähernd gleichbleibenden Sedimentations- und Umweltbedingungen nur durch den Transport bedingt sein kann.

Die deutliche Abnahme des Ho-Gehaltes von S nach N ist durch mechanische Ausmerzung zu erklären, wodurch Ep relativ angereichert wird. Auch die stabileren Mineralien St und Tu nehmen zahlenmäßig von S nach N etwas zu. Wegen ihrer ursprünglich großen Gestalt sind die Gr in groben Sedimenten stärker angereichert als in feinen. Daraus ergibt sich auch, daß mit der Korngrößenabnahme in nördlicher Richtung die Gr-Beteiligung geringer wird. Der leichte Anstieg der Gr-Werte im nördlichen Randgebiet des Molassebeckens ist wohl auf die stärkere Wasserbewegung in Küstennähe zurückzuführen, wodurch transportstabile Mineralien relativ angereichert werden (KLEINSORGE 1937 b).

Verfolgt man die Änderungen all dieser Mineralwerte über das gesamte Arbeitsgebiet, so läßt sich daraus für die Glimmersande eine bevorzugte Schüttungsrichtung konstruieren: sie weist in guter Übereinstimmung mit den Korngrößenanalysen nach NW. In dieser Richtung liegt die stärkste Abnahme der Ho- und Gr-Gehalte. Die Ep-Werte lassen im großen und ganzen nur in nördlicher Richtung einen Anstieg erkennen.

D. Der Aussüßungshorizont (Leithorizont II)

1. Schichtbeschreibung

Verwendete Literatur: NEUMAIER, F. & WIESENEDER, H. 1939, ZÖBELEIN, H.K.1940, MAYR, M. 1957, WITTMANN, D. 1957.

NEUMAIER & WIESENEDER und ZÖBELEIN erwähnten in ihren Arbeiten fossil-

führende Süßwassereinschaltungen in den oberen Teilen der brackischen Ablagerungen. WITTMANN bezeichnete die Einschaltung als Aussüßungshorizont und konnte diesen als Leithorizont II der SBM über das gesamte Arbeitsgebiet verfolgen.

Der Aussüßungshorizont setzt in den obersten Partien der Glimmersande ein und schließt die Sedimentation der Einheit II ab. Auffallend ist die Färbung dieses Horizontes, die von einer helleren kakaofarbenen Tönung bis zu einem violettstichigen, dunklen Schwarzbraun reicht.

Die Ausbildung des Aussüßungshorizontes ist ähnlich den oberen Teilen der Glimmersande; die Glimmerführung sinkt allerdings merklich ab und die deutliche Schichtung der Glimmersande geht größtenteils verloren. Neben eingeschalteten Geröllschnüren sind häufig dunkle, sandige Tonlagen anzutreffen. Mitunter wechseln Sande und Tone regellos einander ab.

Die Obergrenze des Aussüßungshorizontes bilden stets dichtgepackte und gutgeschichtete, helle sandige Mergel, die in die feingeschichteten Schillsande übergehen.

Mächtigkeit und Verbreitung: Die Mächtigkeit des Aussüßungshorizontes beträgt in der Regel 2o - 25 cm, kann jedoch in Einzelfällen bedeutend ansteigen: in Aich bis auf 2 m. Er ist in allen Teilen des Arbeitsgebietes ausgebildet.

Der Aussüßungshorizont kann auf folgenden Gradabteilungsblättern nachgewiesen werden: E-Hälfte Aidenbach 7444, Ortenburg 7445, SE-Ecke Pfarrkirchen 7543, Birnbach 7544, Triftern 7644, W-Rand Rotthalmünster 7645/7745, Marktl 7743, N-Teil Simbach/Inn 7744.

2. Die Verteilung der Korngrößen

Der Aussüßungshorizont ist teils sandig, teils tonig-sandig ausgebildet.

Die Sande sind in den meisten Fällen als Feinmittelsande und nur in wenigen Proben als Grobmittelsande einzustufen. Wie in den Mehlsanden und Glimmersanden ist auch hier eine Korngrößenabnahme von S nach N zu beobachten. Die gröbste Ausbildung tritt im S-Teil des Arbeitsgebietes auf; hier erreicht der Anteil > o,2 mm Ø in einem Falle 64 % und unterschreitet 54 % nicht. Bis zur Rott, dem Mittelteil des Arbeitsgebietes, sinkt die-

ser Grobmittelsandgehalt auf 42 % ab. In der nördlichen Hälfte beträgt die Beteiligung dieser Kornfraktion nur noch 28 - 38 %. Es tritt also eine Korngrößenabnahme von Grobmittel- über Mittel- zu Feinmittelsand auf, die wiederum auf eine Schüttung aus dem S schließen läßt. Die Sortierung der Sande liegt zwischen 1,2o - 1,3o, reicht also von "sehr gut" bis "gut".

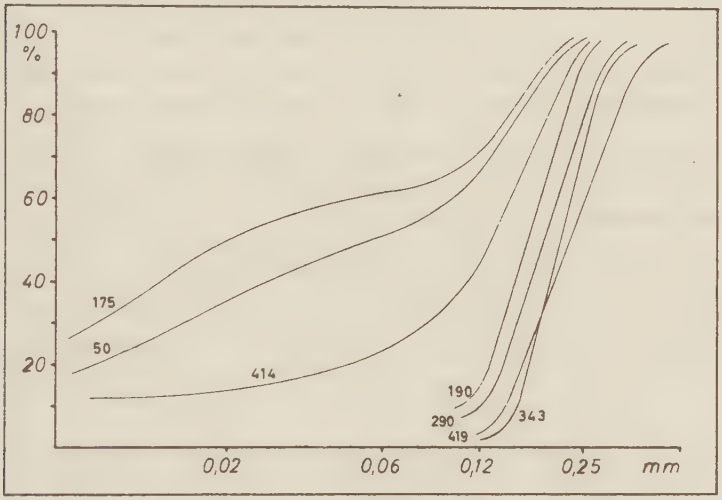


Abb. 24: Die Kornverteilung der sandigen (Probe Nr. 19o, 29o, 343, 419) und der tonig-sandigen Ausbildung (Probe Nr. 5o, 175, 414) des Aussüßungshorizontes

Die tonig-sandigen Ausbildungen des Aussüßungshorizontes weisen in ihrer Kornverteilung häufig zwei Maxima auf. Eines liegt im Bereich des Feinmittelsandes, das andere im Bereich des Staubsandes oder Schluffes. Ihre Sortierung ist "schlecht" bis "sehr schlecht": 1,93 - 2,84.

3. Die Verteilung der Schwerminerale

a) Der Mineralbestand

Der Aussüßungshorizont zeigt eine ähnliche Mineralverteilung wie die Glimmersande. Der Ep-Gehalt ist mit 19 - 34 % recht einheitlich;

größeren Schwankungen unterliegt Ho mit 21 - 52 %. Gr-Werte sind allgemein hoch, meist zwischen 4o - 1oo %. St mit 4 - 18 % überwiegt fast ausschließlich Ap mit 4 - 15 %. Di-Gehalte liegen bei 1 - 8 %. Tu ist relativ häufig: o - 8 %. Zi bleibt mit o - 2 % wiederum selten, ebenso Ru mit 1 - 5 %. Zs ist in den meisten Proben beteiligt, übersteigt aber 2 % nicht. Gl tritt nur in einem Exemplar auf; Ad ist etwas häufiger zu finden. Der Op-Anteil liegt gleichbleibend zwischen 1o - 5o % (bezogen auf sämtliche Schwerminerallen ohne Gr und Op). Der Chloritgehalt ist in den tonig-sandigen Proben meist sehr hoch, fehlt dagegen in den Grobmittelsanden oft völlig. Chlorite und Glimmer mit Schwermineraleinschlüssen sind nur in den tonig-sandigen Proben häufiger.

Die Mineralführung des Aussüßungshorizontes ergibt bei einem Vergleich mit den Glimmersanden mit Ausnahme der etwas höheren Gr- und Ru-Werte praktisch keine Unterschiede.

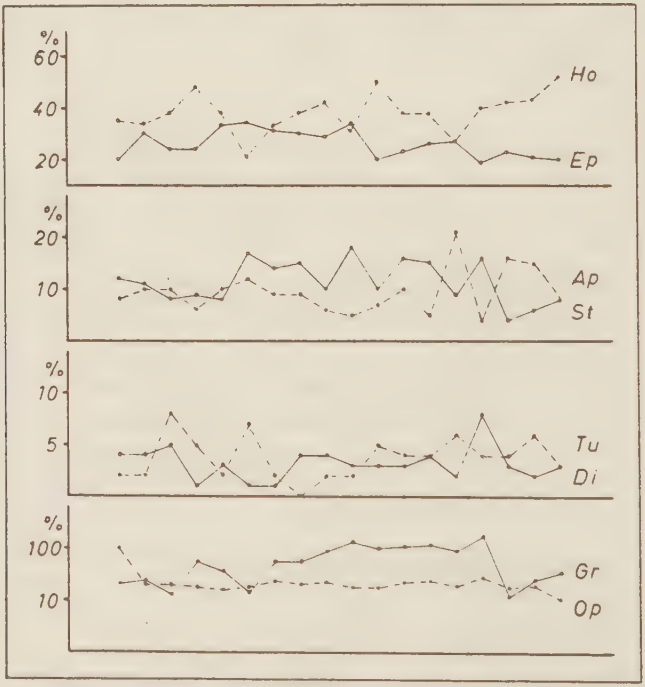


Abb. 25: Die Verteilung der Schwerminerallen im Aussüßungshorizont (Erläuterungen s.S. 1o)

b) Die Mineraleigenschaften

Die Schwermineralien zeigen eine ähnliche Ausbildung wie in den Glimmersanden, nur sind sie teilweise etwas stärker korrodiert. Gelegentlich treten schon stark angeätzte Gr-Relikte auf; auch Ho mit typischer "Hahnenkammverwitterung" wird beobachtet. Ep ist, wie in den Glimmersanden, häufig trüb und teils leicht zersetzt. Der höhere Ätzungsgrad ist sicher eine Folge verstärkter Verwitterung durch Humussäuren während der Bildungszeit des Aussüßungshorizontes, worauf die durchwegs reiche Beteiligung von Humussubstanzen hinweist. Die Auslese geht jedoch nicht so weit, daß sie eine Änderung des Mineralbildes bedingt.

c) Die Abhängigkeit der Schwermineralverteilung von der Korngröße

Niedere Gr- und St-Werte in den tonig-sandigen Proben und hohe Werte in den Grobmittelsanden des Aussüßungshorizontes lassen wieder deutlich die Abhängigkeit dieser Mineralien von der unterschiedlichen Korngröße des Sedimentes erkennen. Auch die Chloritgehalte werden durch die wechselnde Kornverteilung stark beeinflußt, nur liegen hier die hohen Werte in den feineren Proben. Die Verteilung der übrigen Schwermineralien bleibt nahezu unverändert. Durch die allgemein etwas gröbere Ausbildung des Aussüßungshorizontes gegenüber den Glimmersanden wird die mittlere Schwermineralverteilung nicht gestört.

d) Die Schwermineralverteilung im Vertikal- und Horizontalprofil

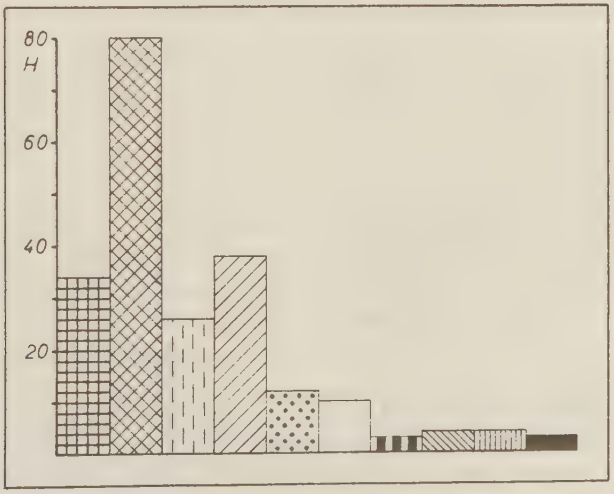


Abb. 26: Die mittlere Schwermineralverteilung im Aussüßungshorizont (Legende s.S. 11)
H = Häufigkeit

Für die Schwermineraluntersuchungen im Aussüßungshorizont gelten ähnliche Einschränkungen wie für den Schillhorizont: bei der relativ geringen Anzahl von Proben können trotz günstiger Voraussetzungen, wie sie durch geringe vertikale Erstreckung und Horizontalbeständigkeit gegeben sind, keine Aussagen über eine eventuelle Änderung der Schwermineralverteilung im Horizontalprofil gemacht werden.

E. Die Schillsande (Einheit III)

1. Schichtbeschreibung

Verwendete Literatur: NEUMAIER, F. & WIESENEDER, H. 1939, ZÖBELEIN, H.K. 1940, EDER, M. 1954, WOLF, W. 1956, MAYR, M. 1957, WITTMANN, D. 1957, SCHAUERTE, E. 1961.

Über den Glimmersanden und dem Aussüßungshorizont folgt eine erneute Stillwasserabfolge, die Schillsande oder Einheit III der SBM. Die Untergrenze der Schillsande bilden in der Regel Sande und Tonsande des Aussüßungshorizontes. Die Grenze ist meist scharf und nur selten zeigt sich ein allmählicher Übergang von den Tonbändern des Aussüßungshorizontes zu den sandigen Mergeln der Schillsande. Die Farbe der Schillsande ist hellgrau bis beigefarben.

Die Schillsande sind vorwiegend als mergelige Staubsande ausgebildet. Sie sind dichtgepackt und führen außergewöhnlich viel feinschuppigen, hellen Glimmer. Durch Glimmeranreicherungen, die mit Feinsanden wechseln, ähneln die Schillsande in einigen Fällen sehr den Blättermergeln der OMM. In der Regel zeigen die Schillsande eine deutliche, horizontale oder leicht geneigte Millimeter- bis Zentimeterschichtung.

Der außerordentliche Reichtum an Fossilien, die überwiegend in Schilllagen angehäuft sind, ist für die Schillsande typisch. Diese Schille werden bis zu 15 cm mächtig und erreichen eine horizontale Erstreckung bis zu 2 m. Im N des Arbeitsgebietes geht diese Fossilführung etwas zurück und führt nur noch zu geringmächtigen Fossillagen und Fossilpflastern.

Die Grenze der Schillsande zu den Unio-Sanden ist unscharf, in der Art eines allmählichen Überganges. Sie wird nach Übereinkunft dorthin gelegt, wo die typische Schillsandfazies von den unruhig geschichteten und locker

gepackten Unio-Sanden und ihren Äquivalenten abgelöst wird.

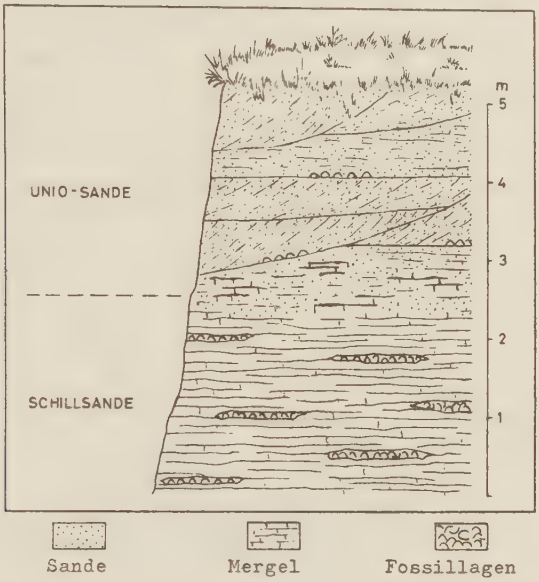


Abb. 27: Die Ausbildung der Schillsande und ihr Übergang zu den Unio-Sanden (schematisch)

Mächtigkeit und Verbreitung: Die Mächtigkeit der Schillsande schwankt im allgemeinen zwischen lo - 15 m. Im Bereich der Kartenblätter Pfarrkirchen, Birnbach und Triftern sind die Ablagerungen geringer mächtig.

Die Schillsande sind auf folgenden Gradabteilungsblättern aufgeschlossen: Aidenbach 7444, E-Teil Pfarrkirchen 7543, Birnbach 7544, NW-Ecke Griesbach 7545, Triftern 7644, Marktl 7743, NW-Ecke Simbach/Inn 7744.

2. Die Verteilung der Korngrößen

Die Feinmittel- bis Grobmittelsande der oberen Glimmersandbereiche bzw. des Aussüßungshorizontes werden von den Staubsanden der Einheit III der SBM, den Schillsanden, überlagert.

Die Schillsande sind im gesamten Arbeitsgebiet sehr einheitlich ausgebildet. Die vorherrschende Fraktion liegt mit wenigen Ausnahmen zwischen o,o2 - o,o6 mm Ø; der Anteil < o,o6 mm Ø beträgt bis zu 38 %, der Anteil > o,o2 mm Ø bis zu 2o %. Im Vergleich zu dem ähnlich feinen Sediment der Mehlsande zeigen die Schillsande eine etwas gröbere Ausbildung: in den Mehlsanden herrschen Schluff und Silt vor, in den Schillsanden fast ausschließlich Staubsande. Die Sortierung der Schillsande ist sehr uneinheitlich und umfaßt alle Stufen von "sehr gut" bis "sehr schlecht", entsprechend den Werten 1,18 - 2,o6.

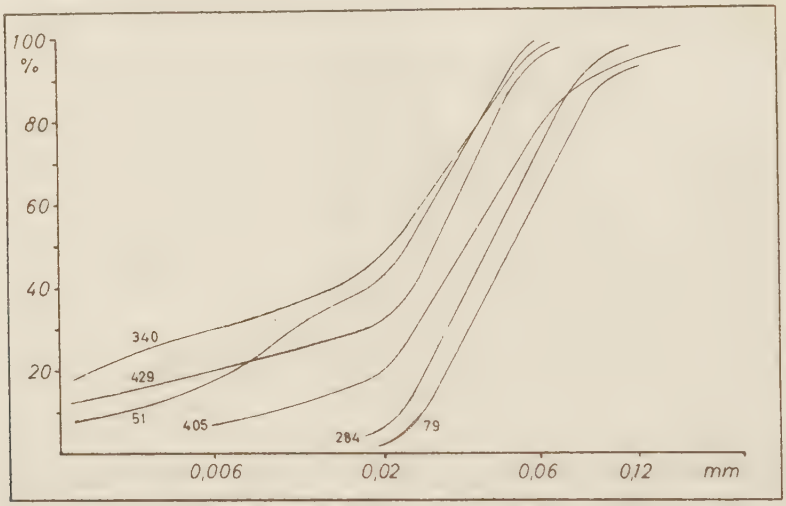


Abb. 28: Die Kornverteilung der Schillsande (Probe Nr. 51, 79, 284, 34o, 4o5, 429)

Die Schillsande werden von unten nach oben allmählich gröber und gehen kontinuierlich in die Feinmittelsande der Einheit IV, die Unio-Sande, über. Die Kornverteilung im Horizontalprofil läßt keine gesetzmäßigen Änderungen erkennen. Der Grund ist sicher in der unterschiedlichen Kornverteilung im Vertikalprofil zu suchen, die eine Probenahme aus jeweils entsprechenden Horizonten erfordert hätte. Eine solche Probenahme scheiterte an den schlechten Aufschlußverhältnissen und der wechselnden Höhenlage der Aufschlüsse. Die Gegenüberstellung der Sammeldiagramme aus dem S-Teil und dem N-Teil des Arbeitsgebietes ergibt keine Unterschiede in der Kornverteilung.

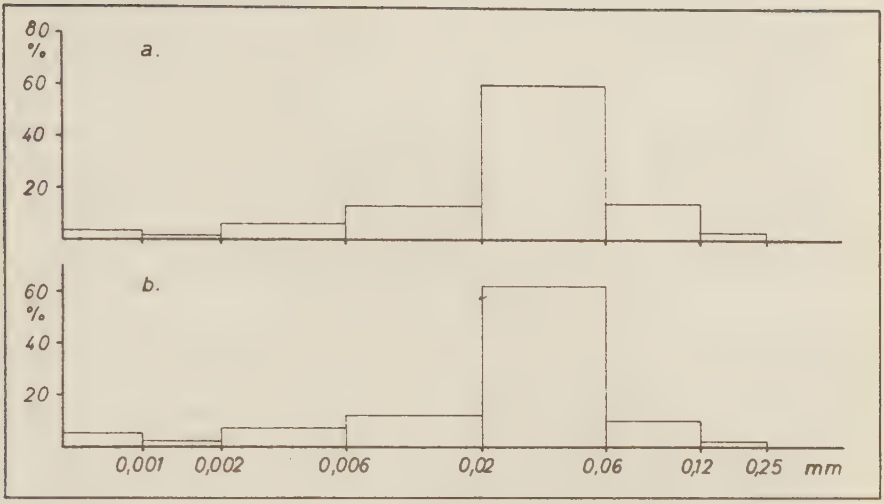


Abb. 29: Die mittlere Kornverteilung der Schillsande im N-Teil (a) und S-Teil (b) des Arbeitsgebietes

3. Die Verteilung der Schwermineralien (s.Tafel 11 - 14)

a) Der Mineralbestand

Auch die Schillsande zeigen die typisch alpine Gr-Ep-Ho-Vormacht. Die Ep-Beteiligung reicht hier von 12 - 47 % und liegt im Durchschnitt um 3o %. Wie in allen bisher beschriebenen Ablagerungen schwankt der Ho-Gehalt wieder recht stark und zwar zwischen 7 - 78 %, durchschnittlich jedoch nur zwischen 2o - 5o %. Die Streuung der Gr-Werte in den Schillsanden ist, im Vergleich zu den Glimmersanden, nicht übermäßig groß; sie pendeln im allgemeinen um 2o %, bei einer Variationsbreite von 3 - 56 % (bezogen auf sämtliche Schwermineralien ohne Gr und Op). Von den wichtigsten Begleitmineralien steht Ap mit 3 - 26 % (im Mittel 1o - 2o %) an der Spitze; er übersteigt den St-Gehalt fast ausnahmslos: seine Werte liegen zwischen 1 - 16 %(durchschnittlich etwas über 5 %). Di fehlt zwar selten, überschreitet aber nur in einigen Fällen 2 %. Die Tu-Beteiligung ist mit 1 - 9 % recht hoch. Auch die Ru-Werte sind be-

deutend und überwiegen mit 1 - 14 % teilweise sogar Tu. Der Zi-Gehalt bleibt unverändert gering zwischen o - 1 %. Nahezu gleichbleibend sind wieder Op-Werte: sie liegen vorwiegend zwischen 1o - 5o % (bezogen auf sämtliche Schwermineralien ohne Gr und Op). Der Chloritgehalt ist sehr hoch und demzufolge treten Glimmer und Chlorite mit den typischen Schwermineraleinschlüssen oft außergewöhnlich häufig auf und können den gesamten übrigen Schwermineralanteil überwiegen. Von den akzessorischen Beimengungen erscheint Zs regelmäßig mit o - 2 %. Gl tritt nur äußerst selten auf, während Ad etwas häufiger angetroffen wird.

Ep- und Ho-Gehalte der Schillsande ändern sich im Vergleich zu den Glimmersanden nicht wesentlich; die Gr-Werte gehen dagegen merklich zurück. Auch St nimmt etwas ab, von rund 1o % auf etwas über 5 %; ebenso liegen die Di-Werte mit o - 5 % etwas unter denen der Glimmersande. Die Ap-Werte steigen dagegen von rund 1o % in den Glimmersanden auf ca. 1o - 2o % in den Schillsanden an. Von den stabilen Mineralien bleibt der Tu-Anteil nahezu unverändert; Ru zeigt hingegen einen deutlichen Anstieg von rund 1 - 3 % auf 3 - 5 %. Besonders auffallend ist die Anreicherung von Chlorit und Glimmer in den Schillsanden.

b) Die Mineraleigenschaften

Die Schwermineralien der Schillsande sind im großen und ganzen frisch, wie es in dem kalkreichen Feinsediment, ähnlich den Mehlsanden, auch zu erwarten ist. Ep ist gegenüber den Glimmersanden nur noch selten trüb; auch Gr und Ho zeigen nur vereinzelt leichte Korrosionserscheinungen. Einzelne größere und stärker geätzte Gr-Körner stammen wahrscheinlich, durch geringfügige Umlagerung, aus dem Aussüßungshorizont.

Die Größe der Schwermineralien sinkt mit der plötzlichen Kornverfeinerung von den Glimmersanden zu den Schillsanden sprunghaft ab. Sie bleibt jedoch wegen der unterschiedlichen Kornverteilung der Schillsande im Vertikalprofil nicht sehr einheitlich.

c) Die Abhängigkeit der Schwermineralverteilung von der Korngröße

Mit der Kornverfeinerung der Schillsande gegenüber den Glimmersanden tritt auch eine Änderung in der Schwermineralverteilung ein, die wieder deutlich die Abhängigkeit der Gr-, St- und Ap-Gehalte von der unterschiedlichen Kornverteilung der beiden Schichteinheiten zeigt. Während Ep- und Ho-Gehalte wieder nahezu unbeeinflußt bleiben, nimmt der Gr-Gehalt entsprechend der Kornverfeinerung sichtlich ab; ebenso verhält sich St.

Ap dagegen gewinnt wieder deutlich die Oberhand unter den wichtigsten Begleitmineralien. Die plötzliche und überaus starke Anreicherung von Glimmermineralien, ist ebenfalls eine Folge der Kornverfeinerung.

d) Die Schwermineralverteilung im Vertikal- und Horizontalprofil

Durch die verhältnismäßig großen Schwankungen der Mineralverteilung im Vertikalprofil wird die Aussage über die Änderungen der Schwermineralassoziation im Horizontalprofil etwas erschwert. Gesetzmäßige Änderungen lassen sich aber im großen und ganzen noch deutlich feststellen:

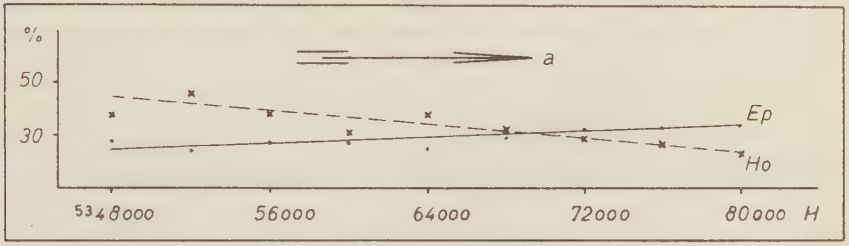


Abb. 3o: Das Verhalten von Ep und Ho in einem S-N-Profil
(a = Schüttungsrichtung, H = Hochwerte)

Die Ep-Werte zeigen von S nach N einen leichten Anstieg von 2o - 25 % auf etwas über 3o %. Ho verzeichnet einen entsprechenden Rückgang von ca. 35 - 5o % auf rund 2o - 35 % (s.Abb. 3o). Gr-Werte bleiben unverändert. Ap tritt im N etwas häufiger auf, ebenso St. Die übrigen Mineralien behalten ihre Werte im N und S des Arbeitsgebietes ungefähr bei.

e) Ergebnisse und Folgerungen

Die Unterschiede zwischen der mittleren Mineralverteilung der Glimmersande und der der Schillsande sind durch die Abnahme der Korngröße bedingt; sie spiegeln sich vor allem in der Abnahme des Gr- und St-Gehaltes und der sprunghaft ansteigenden Chloritbeteiligung wieder. Im Vertikalprofil dürfen Schwankungen in der Mineralführung, die eine Aussage über die Verteilung der Schwermineralien im Horizontalprofil grundlegend stören würden, ausgeschaltet werden, obgleich die Variationsbreite der ein-

zelnen Mineralwerte größer ist als in den Glimmersanden.

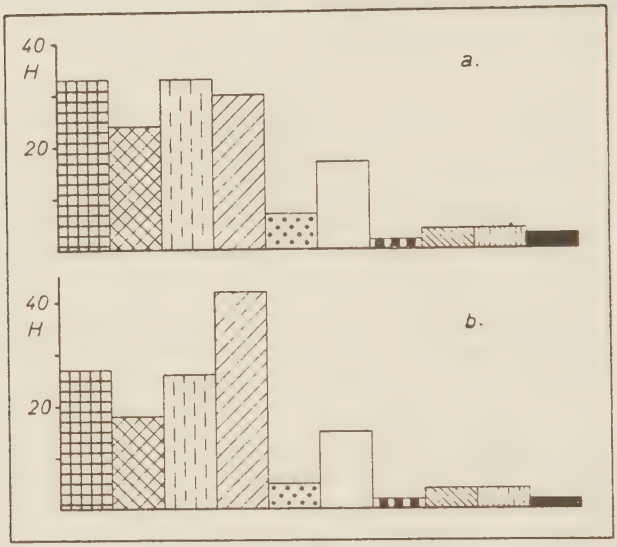
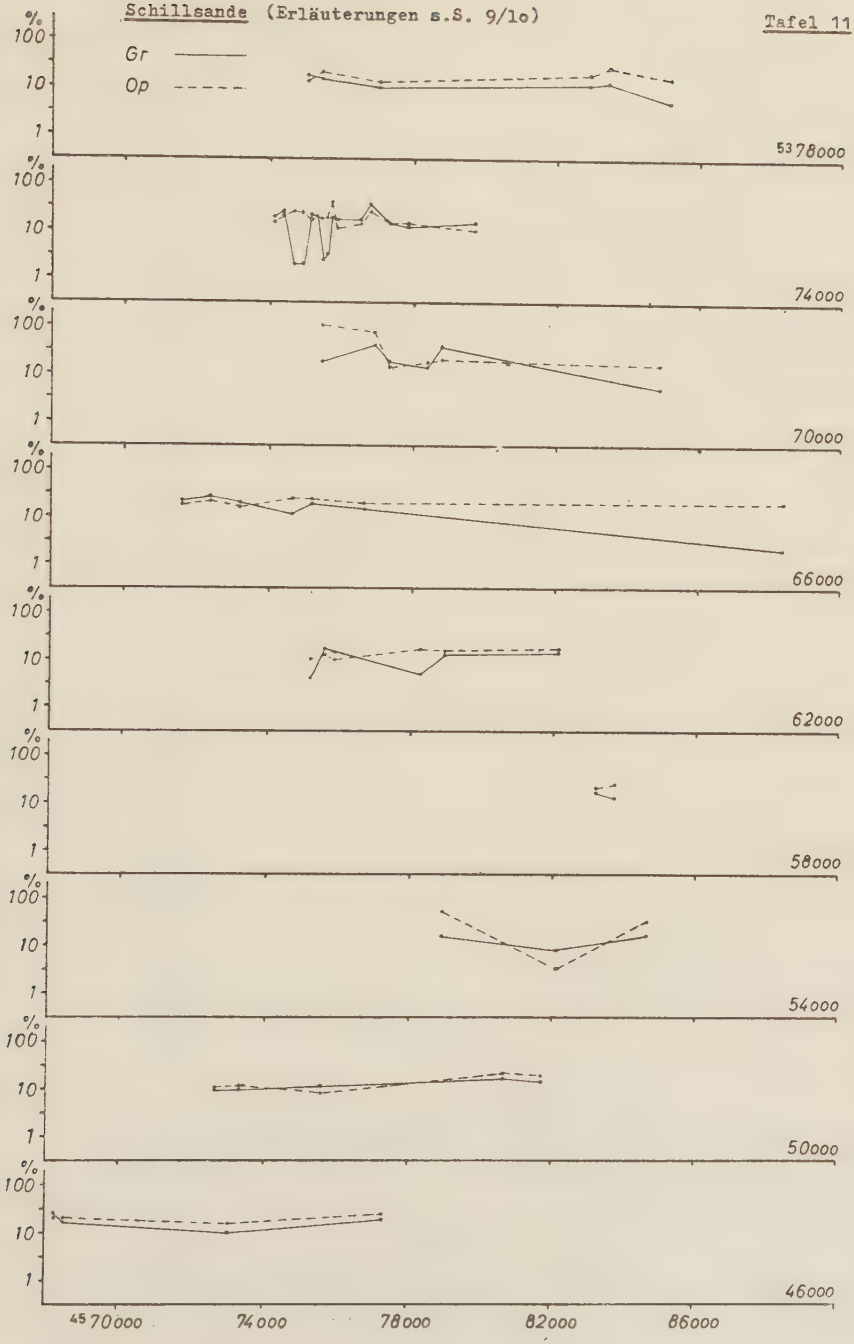


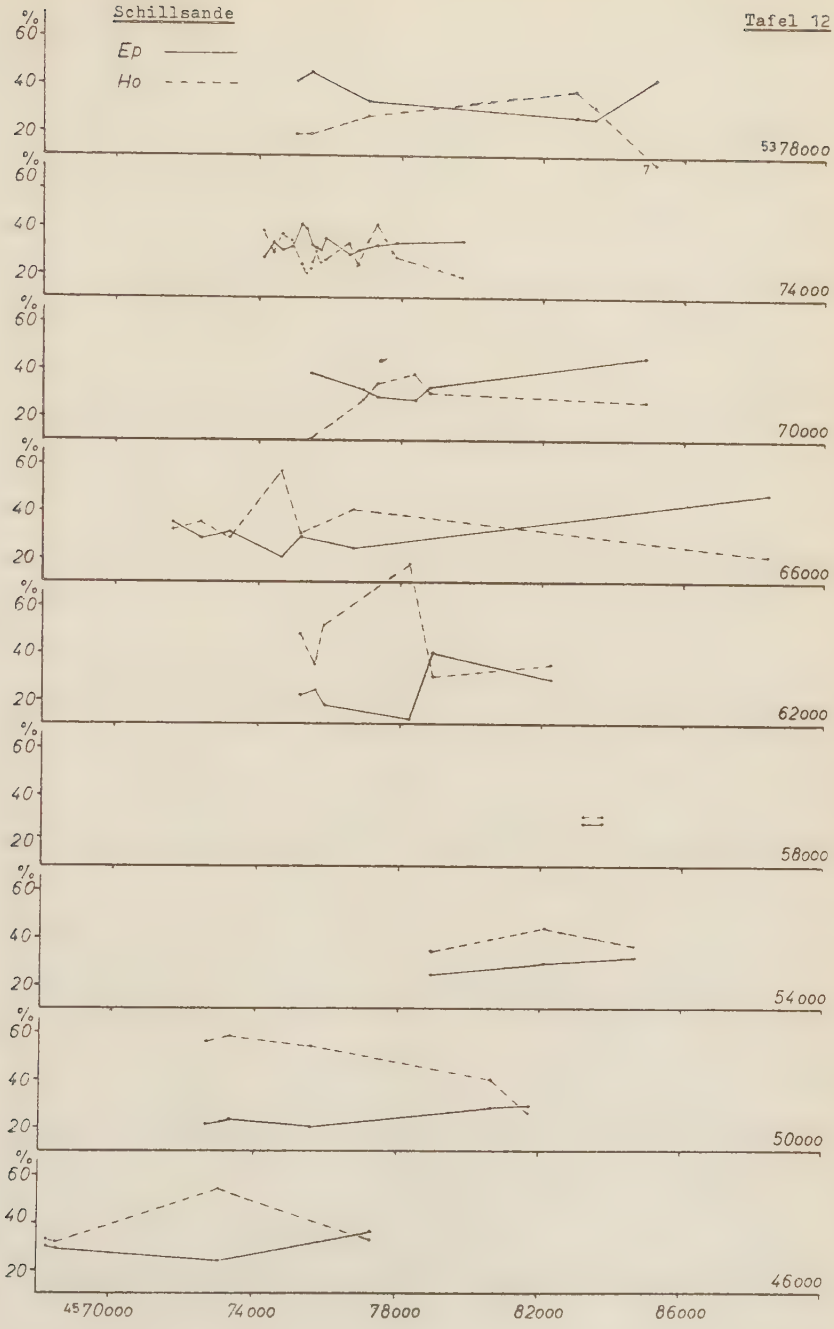
Abb. 31: Die mittlere Schwermineralverteilung in den Schillsanden (a = N-Teil, b = S-Teil; Legende s.S. 11); H = Häufigkeit

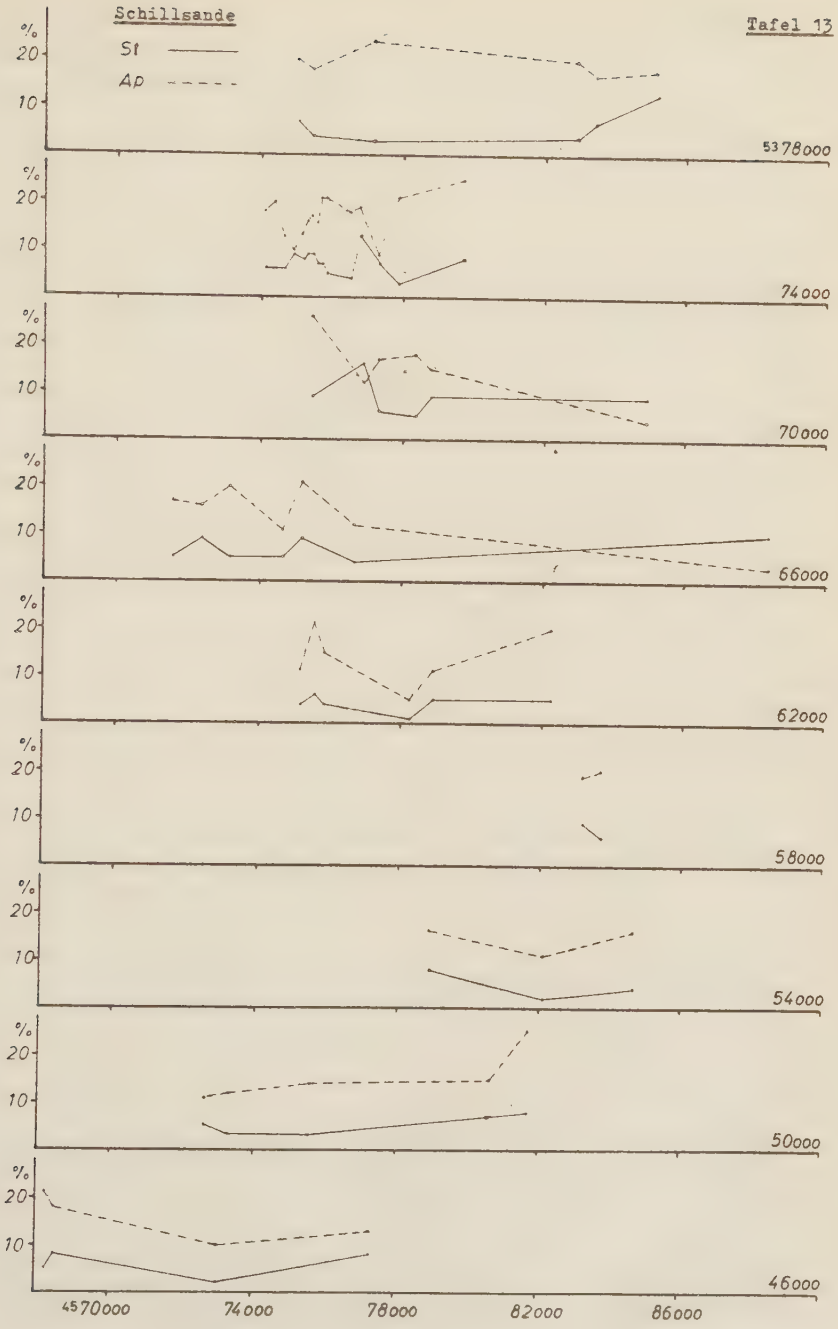
Die regionalen Änderungen der einzelnen Mineralwerte zeigen die gleichen Ergebnisse wie in den vorausgegangenen Schichtgliedern: die transportbedingte, mechanische Ausmerzung der instabilen Ho von S nach N, der eine Anreicherung der stabileren Mineralien Ep und St gegenübersteht. Auch Ap ist mechanischer Beanspruchung gegenüber recht stabil und reichert sich im N leicht an.

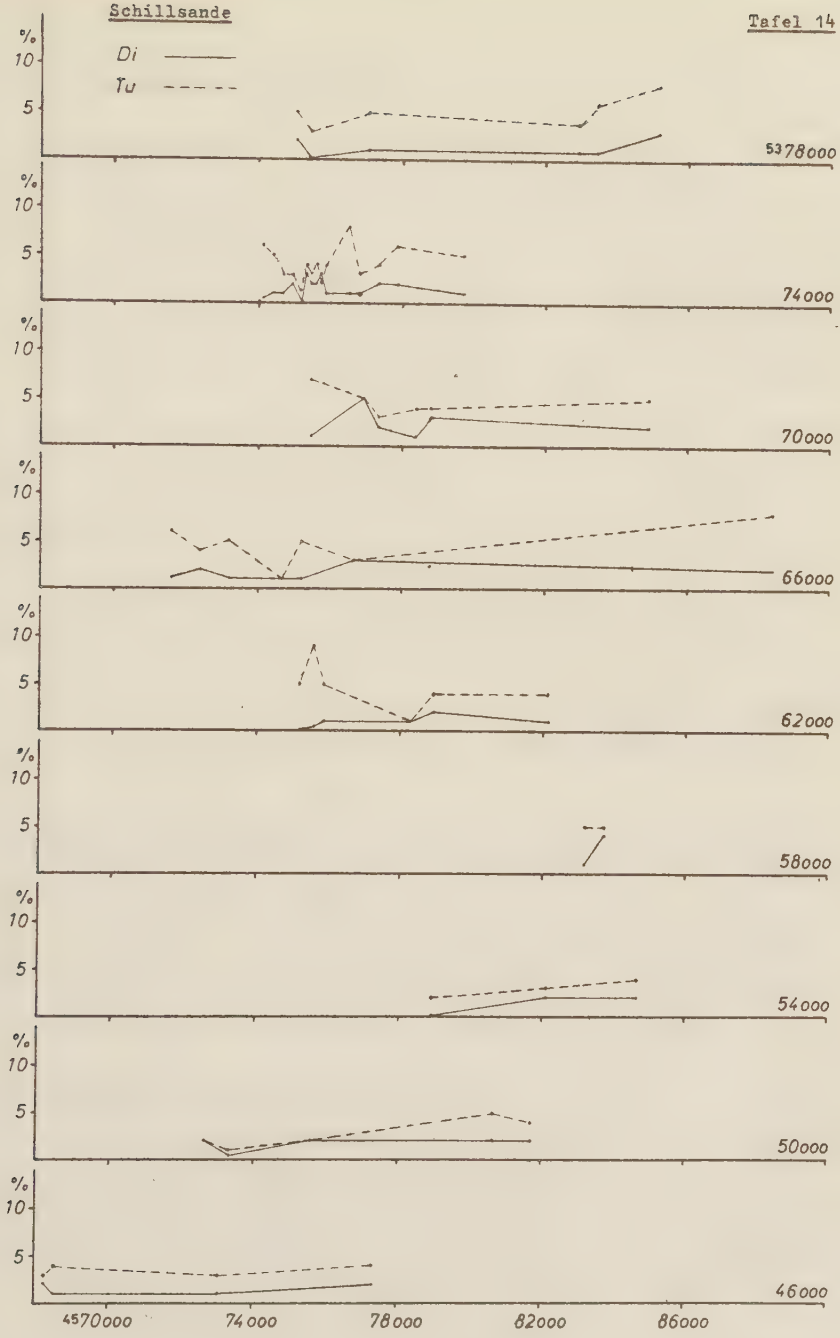
Durch die unterschiedliche Mineralverteilung der Schillsande im S- und N-Teil des Arbeitsgebietes läßt sich auch für diese Schichteinheit eine nördliche Schüttungsrichtung nachweisen. Der Versuch durch Korngrößenanalysen den Schüttungsverlauf in den Schillsanden zu ermitteln, führte dagegen zu keinem Ergebnis.

Schillsande (Erläuterungen s.S. 9/1o)




Schillsande
Tafel 12
Ep
Ho
%
60
40
20
5378000
74000
70000
66000
62000
58000
54000
50000
46000
4570000
74000
78000
82000
86000


Schillsande
St
Ap
Tafel 13
%
20
10
5378000
74000
70000
66000
62000
58000
54000
50000
46000
4570000
74000
78000
82000
86000


Schillsande
Tafel 14
Di
Tu
%
10
5
5378000
74000
70000
66000
62000
58000
54000
50000
46000
4570000
74000
78000
82000
86000

F. Die Unio-Sande und ihre Äquivalente (Einheit IV)

1. Schichtbeschreibung

Verwendete Literatur: ZÖBELEIN, H.K. 1940, EDER, M. 1954, WOLF, W. 1956, MAYR, M. 1957, WITTMANN, D. 1957.

Die Unio-Sande werden erstmals von ZÖBELEIN auf Blatt Pfarrkirchen beschrieben. WITTMANN findet dieses Sandpaket über den Schillsanden auch zwischen Rott- und Inntal verbreitet. Da die Unio-Führung in diesem Gebietsteil meist fehlt, spricht WITTMANN von "Äquivalenten der Unio-Sande".

Die gelblich braunen Unio-Sande und ihre Äquivalente entwickeln sich allmählich aus den hellgrauen Schillsanden. Die gröbere Ausbildung unterscheidet sie jedoch deutlich von der unterlagernden Schichteinheit: mit zunehmender Korngröße wird die Packung lockerer, die Schichtung wird unruhiger und ähnelt häufig den Glimmersanden. Die Unio-Sande sind reich an grobschuppigem Glimmer, der stellenweise in schmalen Bändern angereichert ist. Untergeordnet treten auch schmale Ton- und Mergelbänder auf.

Die Unio-Sande und ihre Äquivalente gehen nach oben hin meist ohne scharfe Grenze in die Sande, Mergel und Tone der Limnischen Süßwasserschichten über.

Mächtigkeit und Verbreitung: Die Mächtigkeit der Unio-Sande schwankt im Arbeitsgebiet zwischen 5 - 10 m. Ihr Verbreitungsgebiet deckt sich annähernd mit dem der Schillsande.

Aufgeschlossen sind die Unio-Sande auf folgenden Gradabteilungsblättern: Aidenbach 7444, E-Teil Pfarrkirchen 7543, Birnbach 7544, NW-Ecke Griesbach 7545, Triftern 7644, Marktl 7743, NW-Ecke Simbach/Inn 7744.

2. Die Verteilung der Korngrößen

Die Unio-Sande sind im Bereich des Arbeitsgebietes stets als Feinmittelsande ausgebildet. Ihre Maxima liegen teils zwischen 0,06 - 0,12 mm Ø, teils zwischen 0,12 - 0,25 mm Ø. Die Beteiligung der Korngrößen <0,06 mm Ø reicht in den feiner ausgebildeten Proben bis 12 %, in den gröberen nur bis 1 %. Der Gehalt an Grobmittelsand ist mit 2 - 33 % deutlich höher.

Der Grad der Sortierung ist in der Mehrzahl der Proben "sehr gut" und reicht von 1,19 - 1,34.

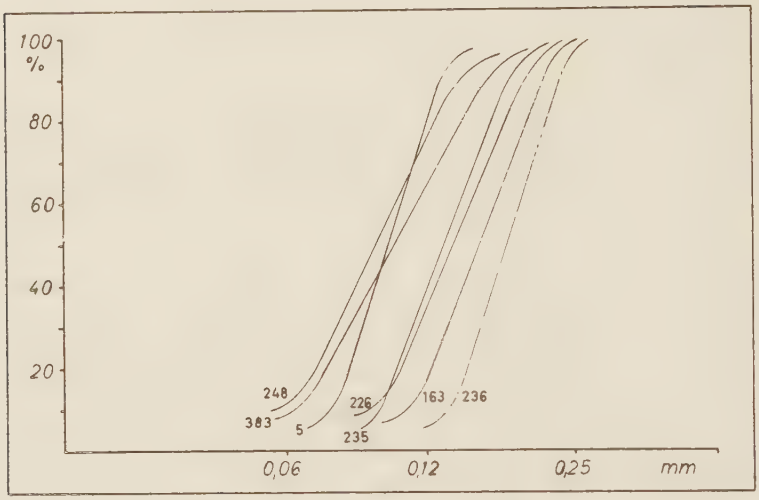


Abb. 32: Die Kornverteilung der Unio-Sande (Probe Nr. 5, 163, 226, 235, 236, 248, 383)

Die Korngröße nimmt in den Unio-Sanden, ähnlich den Schillsanden, von unten nach oben zu. Eine regionale Änderung der Kornverteilung, die auf eine Schüttungsrichtung schließen ließe, kann in den Unio-Sanden nicht beobachtet werden. Die Gründe sind sicher, wie in den Schillsanden, in der unterschiedlichen Kornverteilung im Vertikalprofil zu suchen.

Ein Unterschied zu den unterlagernden Schillsanden ergibt sich durch die deutliche Kornvergröberung, wobei die Staubsande der Einheit III von den Feinmittelsanden der Einheit IV abgelöst werden.

3. Die Verteilung der Schwerminerale

a) Der Mineralbestand

Die Unio-Sande zeigen ein ähnliches Mineralbild wie die Schillsande, nur sind die Werte der einzelnen Mineralien etwas einheitlicher. Die Ep-Gehalte

schwanken in engen Grenzen von 23 - 37 %. Ho variiert zwischen 17 - 5o %, wobei der Tiefstwert von 17 % durch den hohen Verwitterungsgrad einer Probe bedingt ist; durchschnittlich liegen ihre Werte bei 3o - 45 %. Der Gr-Anteil streut recht stark: 2 - 62 % (bezogen auf sämtliche Schwermineralien ohne Gr und Op). Ap überwiegt mit 8 - 18 % meist den St, der mit 4 - 16 % beteiligt ist. Di-Werte schwanken zwischen 1 - 4 %. Von den stabilen Mineralien ist Tu mit 1 - 7 % am häufigsten, gefolgt von Ru (o - 5 %) und Zi (o - 2 %). Zs zeigt Werte von o - 2 %; Ad tritt nur vereinzelt auf. Gl wurde nicht beobachtet. Der Op-Gehalt unterliegt nur kleineren Schwankungen zwischen 8 - 3o % (bezogen auf sämtliche Schwermineralien ohne Gr und Op). Die Chloritbeteiligung ist meist gering, nur in den feineren Proben aus dem Übergangsbereich von Schillsanden und Unio-Sanden nimmt sie zu.

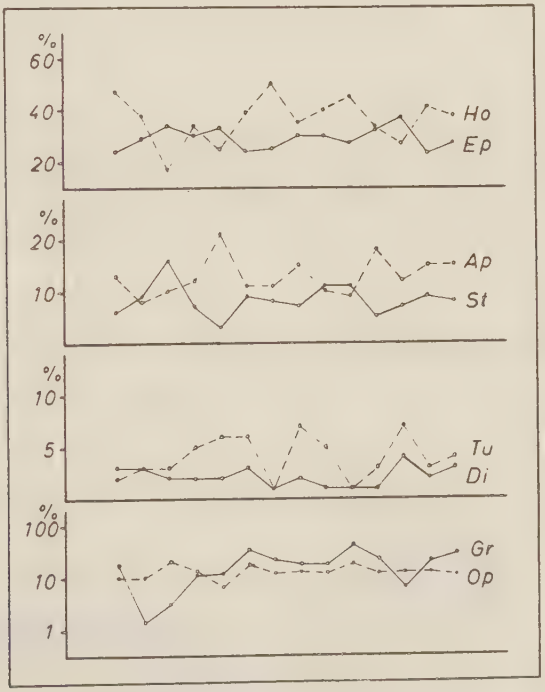


Abb. 33: Die Verteilung der Schwermineralien in den Unio-Sanden und ihren Äquivalenten (Erläuterungen s.S. 1o)

Änderungen zu den unterlagernden Schillsanden ergeben sich vor allem durch die deutlich geringere Chloritführung. Der restliche Schwermineralbestand zeigt kaum nennenswerte Unterschiede.

b) Die Mineraleigenschaften

Die Schwermineralien in den Unio-Sanden sind ähnlich wie in den Glimmersanden ausgebildet. Sie sind durchschnittlich stärker korrodiert als in dem feinen, kalkreichen Sediment der Schillsande: Ätzspuren treten vorwiegend bei Gr und Ho auf, aber auch Ep ist häufig trüb und leicht zersetzt. Der geringe Verwitterungsgrad und der nahezu gleichbleibende Mineralbestand gegenüber den Schillsanden zeigen aber, daß noch keine stärkere Auslese stattgefunden hat. Die Ursache der verstärkten Korrosion ist sicher, wie in den Glimmersanden, durch hohe Porosität und Kalkarmut der Unio-Sande bedingt.

c) Die Abhängigkeit der Schwermineralverteilung von der Korngröße

Die Schwermineralverteilung in den Unio-Sanden zeigt mit Ausnahme des geringen Chloritgehaltes keine Unterschiede zu den Schillsanden. Eine Abhängigkeit der Gr- und St-Werte von der unterschiedlichen Korngröße der Schillsande und der Unio-Sande läßt sich in diesem Falle nicht sehr deutlich zeigen. Der Grund liegt wohl darin, daß die gröberen Unio-Sande allmählich aus den feineren Schillsanden hervorgehen und so die Gegensätze in der Kornverteilung und auch in der Mineralverteilung weitgehend verwischt werden.

d) Die Schwermineralverteilung im Vertikal- und Horizontalprofil

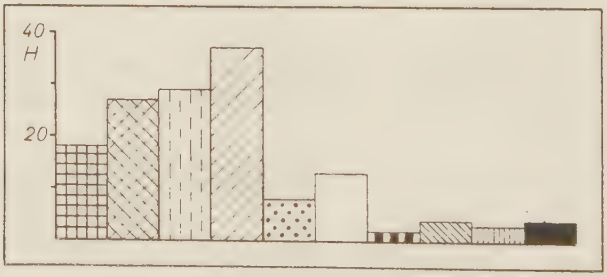


Abb. 34: Die mittlere Schwermineralverteilung in den Unio-Sanden und ihren Äquivalenten (Legende s.S. 11); H = Häufigkeit

Größere Schwankungen der Ep-Werte im Vertikalprofil treten nicht auf: die Ep-Gehalte liegen in allen untersuchten Proben bei 3o %, mit einer Streuung von ± 7 %. Dieser Schwankungsbereich liegt, bei 3oo - 4oo ausgezählten Mineralien, nur knapp über der Zählgenauigkeit. Wäre die Probenahme innerhalb eines Profils möglich gewesen, so hätte sich die Streuung vermutlich einengen lassen (vergleiche die Schwermineralverteilung im Vertikalprofil der Glimmersande S. 43/44). Da aber die Probepunkte in verschiedenen Horizonten über das gesamte Arbeitsgebiet verteilt liegen, sind die Schwankungen in der Ep-Führung wahrscheinlich durch regionale Gegebenheiten bedingt. Die noch etwas größeren Schwankungen der Ho-Werte, die sich auch in allen übrigen Schichteinheiten zeigen, sind sicher auf Korngrößeneffekte zurückzuführen.

Änderungen der Mineralführung im Horizontalprofil lassen sich nicht nachweisen. Der Grund hierfür liegt sicher in der geringen Probenzahl, die durch den Mangel an Aufschlüssen bedingt ist.

e) Ergebnisse und Folgerungen

Die Mineralverteilung der Unio-Sande weist mit Ausnahme der geringen Chloritführung, die durch die Kornvergröberung bedingt ist, keine bemerkenswerten Änderungen gegenüber den Schillsanden auf. Das völlige Fehlen von Gl kann möglicherweise eine Folge der geringen Probenzahl sein.

Änderungen der Mineralführung im Vertikalprofil dürfen sicher ausgeschaltet werden. Aussagen über die Verteilung der Schwermineralien im Horizontalprofil sind nicht möglich.

IV. Die Ergebnisse über die Schwermineralverteilung der SBM

A. Die Mineralauslese durch Verwitterung und Diagenese

1. Die synsedimentäre Verwitterung

V.ANDEL (1952) wies in seiner Arbeit nach, daß im marin-epikontinentalen Ablagerungsgebiet der Einfluß der Verwitterung während der Sedimentation auf die Mineralführung ausgeschaltet werden darf und nur untergeordnet im

Küsten- und Deltabereich möglich ist. Da der brackische Sedimentationsraum Niederbayerns annähernd dem marin-epikontinentalen Ablagerungsgebiet entspricht, ist eine Mineralauslese durch synsedimentäre Verwitterung schon aus diesem Grunde nicht zu erwarten. Außerdem ergeben eigene Beobachtungen keinen Hinweis auf eine Verwitterungsauslese, da die Mineralien nicht, oder nur unbedeutend korrodiert sind.

Nach den Ergebnissen v. ANDELs wäre für die Ablagerungen im N-Teil des Molassetroges (Küstenbereich) und den Pettenauer Schotter (Deltabereich) eine Verwitterung durchaus möglich. Sie läßt sich jedoch nicht mit Sicherheit nachweisen.

Zur Bildungszeit des Aussüßungshorizontes hingegen muß eine verstärkte Verwitterung stattgefunden haben, wie der verhältnismäßig hohe Ätzungsgrad der Mineralien erkennen läßt. Sie dürfte durch die zeitweilige Austrocknung und den verstärkten Einfluß von Humussäuren bedingt gewesen sein.

2. Die postsedimentäre Verwitterung

Auch ein Einfluß der Oberflächenverwitterung auf die Mineralführung ist nach den Ergebnissen v. ANDELs nicht zu erwarten. Er schreibt, daß eine nachträgliche Verwitterung an der Oberfläche selten ist und sich im allgemeinen nur auf grobkörnige, durchlässige Gesteine hoch über dem Grundwasserspiegel beschränkt. Auch LEMCKE, v. ENGELHARDT & FÜCHTBAUER (1953) weisen darauf hin, daß Korrosionserscheinungen an Mineralien einer Schichteinheit aus Oberflächenproben nicht häufiger seien als aus Bohrproben mit mächtiger Überdeckung. In der vorliegenden Arbeit lassen Proben unmittelbar unter der Verwitterungsdecke ebenfalls kein anderes Mineralbild erkennen als tiefer gelegene Proben aus völlig frischem Material.

Der Grund für den guten Erhaltungszustand der Mineralien ist vor allem in dem meist hohen Kalkgehalt (konservierende Eigenschaft des Karbonatanteiles) und in der Feinkörnigkeit (geringe Wegsamkeit und damit geringe Angriffsmöglichkeit für porenzirkulierende Wässer) des Sedimentes zu suchen. Das geht vor allem daraus hervor, daß der Mineralbestand in den feinkörnigen Ablagerungen der Mehlsande und Schillsande völlig frisch ist, daß aber in den gröberen, kalkarmen bis kalkfreien Glimmersanden und Unio-Sanden deutliche Korrosionserscheinungen an den chemisch instabilen Mineralien auftreten.

3. Die diagenetische Verwitterung

Auf die Mineralausmerzung durch Diagenese machen vor allem PETTIJOHN (1948), WEYL (1949) und WIESENEDER (1953) aufmerksam. Besonders WIESENEDER zeigt hier die Differenzen bei der Aufstellung von Stabilitätsreihen für Schwermineralien bei verschiedenen Autoren auf. Er kommt zu dem Ergebnis, daß für die Verwitterung einerseits - sei es während oder nach der Ablagerung - und für die Diagenese andererseits grundsätzlich verschiedene Auslesevorgänge gelten. Er stellt für die Verwitterung und Diagenese zwei gleichberechtigte Stabilitätsreihen einander gegenüber (Abnahme der Stabilität von unten nach oben):

Verwitterung	Diagenese
Olivin	Olivin
Augit, Apatit, Hornblende	Augit, Hornblende
Granat	Epidot
Epidot	Sillimanit, Disthen
Sillimanit	Andalusit, Staurolith
Staurolith, Disthen, Andalusit	Apatit
Turmalin, Zirkon, Rutil	Granat
	Turmalin, Zirkon, Rutil

Die Unterschiede in der Stabilität der Mineralien werden vor allem durch den Alterungsprozeß des Sedimentes und durch die unterschiedliche Lösungsfähigkeit der Porenwässer bei geringer und mächtiger Sedimentüberdeckung erklärt.

Für das Arbeitsgebiet kommt der Einfluß der Diagenese für eine Auslese nicht in Frage. Es fehlen vor allem die mächtige Überdeckung und der größere Altersunterschied zwischen OMM und SBM. Die deutliche Ep-Abnahme vom unteren zum oberen Teil der Mehlsande ist durch diagenetische Auslese nicht zu erklären, da bei der Instabilität von Ep gegenüber diagenetischer Verwitterung gerade in den tieferen Schichtgliedern, die ein höheres Alter und eine mächtigere Überdeckung aufweisen, geringere Ep-Werte zu erwarten wären.

B. Die Mineralauslese durch den Transport

Die Mineralauslese durch den Transport kann auf verschiedene Weise erfolgen. Manche Mineralien werden wegen geringer mechanischer Stabilität beim Transport sehr leicht zerstört und ausgemerzt (z.B. Ho und Di), wobei

andererseits widerstandsfähigere Mineralien relativ angereichert werden. Eine andere Art der Auslese findet bei mechanisch stabilen Mineralien statt, deren ursprüngliche Größe im Vergleich zu den übrigen Mineralien des Ausgangsgesteines relativ groß ist (z.B. häufig bei Gr und St). Diese Mineralien werden beim Transport wegen ihrer Zähigkeit kaum zerkleinert, so daß sie bereits in den gröberen Ablagerungen eines Schichtgliedes sedimentiert werden, in den feineren dagegen weitgehend fehlen. SCHEIDHAUER (1939/4o) spricht in diesem Zusammenhang von einer Auslese nach dem Prinzip der "gravitativen Sedimentationsdifferentiation". Außerdem weist er auf die Bedeutung der ursprünglichen Größe, der Dichte und der Form der Mineralien hin, wobei die Auslese nach der Größe wirksamer ist als nach der Dichte. Ein Beispiel dafür liefert die Gr-Verteilung in den Glimmersanden: hier erreichen die Gr-Werte im S-Teil des Arbeitsgebietes, in den gröberen Sedimenten, die höchsten Werte. Die rasche Abnahme in nördlicher Richtung erklärt sich aus der abnehmenden Transportkraft des sedimentierenden Mediums und der ursprünglich großen Gestalt der Gr. Wie die Größenmessungen an Gr ergaben, muß die Mehrzahl der Körner im Vergleich zu den übrigen Schwermineralien im Ausgangsgestein relativ groß gewesen sein, woraus sich die hohen Gr-Werte in groben Sedimenten erklären lassen.

Die in allen Schichteinheiten beobachtete Ho-Abnahme in nördlicher Richtung kann nur durch die Ausmerzung der Ho während des Transportes erklärt werden. Die Ho müßte nämlich nach Ergebnissen zahlreicher Autoren in den feineren Proben eines Sedimentes häufiger zu erwarten sein als in den gröberen. Gerade umgekehrt sind aber die Verhältnisse für die SBM Niederbayerns, wo in den allgemein feineren Ablagerungen im N-Teil des Arbeitsgebietes die Ho viel seltener ist als in den gröberen Ablagerungen des S-Teiles. Durch die Zerstörung eines Teiles der Ho werden widerstandsfähigere Mineralien relativ angereichert: vor allem Ep, St, Tu; gelegentlich auch Ap, der sich ebenfalls als recht transportbeständig erweist. In den Glimmersanden und Schillsanden geht die Ausmerzung der Ho so weit, daß die Ho-Werte, die im S-Teil des Arbeitsgebietes die Ep-Werte klar übersteigen, im N-Teil unter den Ep-Werten liegen (s.Abb. 21 S. 45 und Abb. 3o S. 59).

C. Die Abhängigkeit der Schwermineralverteilung von der Korngröße

Auf die Bedeutung der Korngröße für die Mineralverteilung eines Sedimentes wird wiederholt hingewiesen: KLEINSORGE (1937 a, b), SINDOWSKI (1938 a), SCHEIDHAUER (1939/4o), WEYL (1949), LEMCKE, v. ENGELHARDT & FÜCHTBAUER (1953), WIESENEDER (1953).

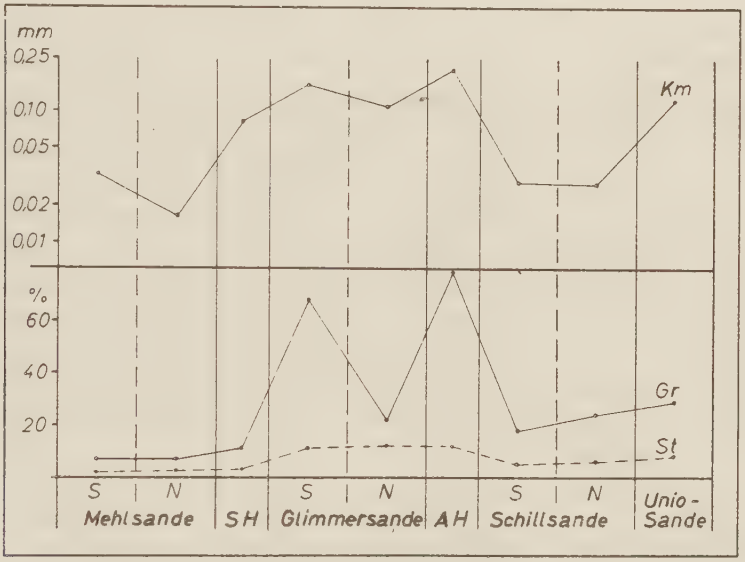


Abb. 35: Die Abhängigkeit der Gr- und St-Werte (Mittelwerte) von der mittleren Korngröße Km (Mittelwerte) in der SBM (SH = Schillhorizont, AH = Aussüßungshorizont) S = S-Teil, N = N-Teil des Arbeitsgebietes

Die Ergebnisse dieser Arbeit lassen nur für Gr eine stärkere Abhängigkeit von der Korngröße erkennen: die Gr-Werte sind am höchsten in groben Sedimenten und gehen in den feinen Ablagerungen stark zurück. Dabei zeigt es sich, daß Gr erst dann sehr stark angereichert wird, wenn die mittlere Korngröße eines Sedimentes o,12 mm Ø übersteigt. Liegt die mittlere Korngröße unter o,12 mm Ø, wirken sich Korngrößenschwankungen nur noch abgeschwächt auf die Gr-Werte aus (s.Abb. 35). Ähnlich, aber abgeschwächt, verhält sich auch St.

Wegen der starken Gr-Schwankungen wurde der Gr nicht gemeinsam mit den übrigen Schwermineralien aufgeführt, da er ihre Werte entscheidend beeinflußt hätte. Die Gr-Beteiligung erscheint deshalb getrennt von den übrigen Mineralwerten und wird durch den Ausdruck

$$\frac{\text{Granat}}{\text{sämtliche Schwermineralien ohne Granat und Opak}} \times 100$$

wiedergegeben. Nach der Abtrennung des Gr zeigt sich, daß die Werte der vorherrschenden Mineralien Ep und Ho durch eine Korngrößenänderung innerhalb eines engbegrenzten Gebietes nicht, oder nur geringfügig beeinflußt werden. Die unterschiedliche Ausbildung der marinen Ablagerungen (Silt- bis Grobmittelsand) kann z.B. die deutliche Vorherrschaft des Ep und auch die Ho-Führung kaum stören. Ebenso bleiben die Ep- und Ho-Gehalte in den feinkörnigen Mehlsanden und Schillsanden durchschnittlich ebenso groß wie in den gröberkörnigen Glimmersanden und Unio-Sanden. Die Gr-Werte (abgeschwächt auch die St-Werte) liegen dagegen in den Glimmersanden (nicht so deutlich in den Unio-Sanden) klar über den Werten in den Mehlsanden und Schillsanden. Eine Anreicherung von Gr und St, bei annähernd gleichbleibenden Ep- und Ho-Werten, ist folglich nur durch eine Vergröberung des Sedimentes bedingt und nicht etwa auf eine geänderte Sedimentzufuhr zurückzuführen.

D. Die Schwermineralverteilung im Vertikalprofil

Die Schwermineralverteilung in den oberen Teilen der OMM und den unteren Bereichen der Mehlsande zeichnet sich vor allem durch eine hohe Ep-Führung von 5o - 6o % aus. In den oberen Bereichen der Mehlsande gehen diese Werte auf rund 3o % zurück, zugunsten von Ho, untergeordnet auch St und Ap. Bei dieser Unstetigkeit in der Mineralführung handelt es sich um eine echte mineralogische Grenze, die durch einen Wechsel des Liefergebietes bedingt ist und der "B-Grenze" FÜCHTBAUERs entspricht (s.S. 3o/31).

Die Mineralassoziation in den Schichteinheiten über der "-B-Grenze" bleibt bis zum Abschluß der SBM nahezu unverändert. Nur die unterschiedliche Ausbildung der Schichtglieder und der Wechsel von feinen und groben Sedimenten bewirken teilweise eine Änderung des Mineralbestandes: die allgemein höheren Gr- und St-Werte in den Glimmersanden und Unio-Sanden sind

nur durch die gröbere Ausbildung gegenüber den Mehlsanden und Schillsanden bedingt und ermöglichen keine weitere Untergliederung.

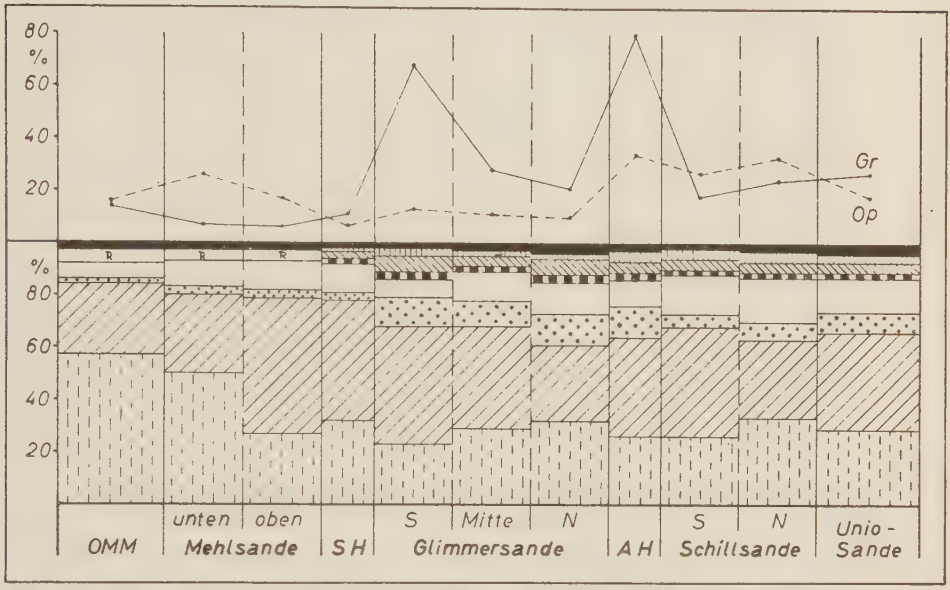


Abb. 36: Die Mittlere Schwermineralverteilung der marinen und brackischen Schichtfolge (SH = Schillhorizont, AH = Aussüßungshorizont, R = Di + Tu + Zi + Ru; S = S-Teil, N = N-Teil des Arbeitsgebietes; die Gr- und Op-Werte beziehen sich auf sämtliche Schwerminералien ohne Gr und Op; Legende s.S. 11)

E. Die Schwermineralverteilung im Horizontalprofil

In den Mehlsanden, Glimmersanden und Schillsanden der SBM treten im Horizontalprofil jeweils gleichartige Änderungen des Mineralbildes auf: Ho- und Gr-Werte fallen von S nach N deutlich ab; Ep, und untergeordnet auch St, Ap, Tu und Ru werden dagegen von S nach N angereichert. In dieser Änderung ist eindeutig eine Transportauslese zu sehen; aus der Art dieser Änderungen läßt sich daher in groben Zügen eine Schüttungsrichtung rekonstruieren. Sie ergibt in guter Übereinstimmung mit den Korngrößenanalysen einen ungefähr S-N-gerichteten Schüttungsverlauf, der in den Glimmersanden auf SE-NW-Richtung eingeengt werden kann. Es ist jedoch anzunehmen,

daß diese SE-NW-Richtung auch für die übrigen Schichtglieder gilt, da die Einengung der Schüttungsrichtung in den Glimmersanden wohl nur durch die größere Anzahl von Proben und Korngrößenanalysen möglich war. Diese Vermutung wird durch die Untersuchungen FÜCHTBAUERs (1954) bestärkt. Er schreibt, daß sich zur Zeit der SBM neben überwiegend nördlich gerichteten Schüttungssystemen vor allem im E-Teil des Molassetroges auch eine westwärts gerichtete Schüttungstendenz bemerkbar macht.

Eine Eigentümlichkeit zeigt die Schwermineralverteilung der Mehlsande und Glimmersande im Gebiet des Rottales, wo eine fast sprunghafte Änderung in der Mineralverteilung eintritt: die Ho-Gehalte nehmen nördlich der Rott sehr rasch ab; ebenso plötzlich reichert sich Ep etwas an. Diese Änderungen, die sich auch in der Kornverteilung durch eine sprunghafte Abnahme der Korngrößen zeigen, sind wohl sicher auf einen Einfluß der Rottschwelle zurückzuführen, die während der Ablagerung der Mehlsande und Glimmersande die Sedimentationsverhältnisse beeinflußten.

F. Der Einfluß des Moldanubikums auf die Mineralführung der SBM

Eine bedeutende Sedimentzufuhr aus dem Moldanubikum kann in Übereinstimmung mit früheren Autoren (NEUMAIER & WIESENEDER 1939, ZÖBELEIN 1940, RITTER 1953) für die SBM ausgeschaltet werden. In keiner der untersuchten Proben kann moldanubisches Material nachgewiesen werden. Der Grund mag vor allem darin liegen, daß die SBM nicht unmittelbar über den kristallinen Untergrund transgredierte, bzw. diese Teile nicht aufgeschlossen sind. Nach den Ergebnissen der obenerwähnten Arbeiten kommt es nämlich nur in einem schmalen Küstensaum durch Aufarbeitung des kristallinen Untergrundes zu einer Beteiligung moldanubischen Materials. Die bearbeiteten Aufschlüsse liegen jedoch außerhalb eines solchen Bereiches.

V. Zusammenfassung

1. In allen untersuchten Schichtgliedern der OMM und SBM Niederbayerns wurden Korngrößenanalysen durchgeführt. Sie ergaben neben den Körnungsunterschieden, die für die Schwermineralverteilung von Bedeutung sind, vor allem den ungefähren Verlauf der Schüttungsrichtung: für Mehlsande und den Aussüßungshorizont in nördlicher, für Glimmersande in nordwestlicher Richtung. Für den Schillhorizont, die Schillsande und die Unio-Sande, ließen sich keine Aussagen über den Schüttungsverlauf machen.

2. Die Schwermineraluntersuchungen lieferten den Nachweis für eine Änderung der Schwermineralassoziation im Vertikalprofil:
Die Blättermergel und Glaukonitsande der OMM und die unteren Teile der Mehlsande zeichnen sich durch hohe Ep-Gehalte um 55 %, und niedere Ho-Gehalte um 3o % aus. Die oberen Teile der Mehlsande führen dagegen nur 3o % Ep, dafür aber 5o % Ho. Die übrigen Mineralwerte bleiben unverändert. Diese Unstetigkeit in der Schwermineralverteilung ist primär durch einen Wechsel des Liefergebietes bedingt und identisch mit der "B-Grenze" FÜCHTBAUERs.

Die brackischen Einheiten über den Mehlsanden behalten im großen und ganzen diese Vergesellschaftung bei. Geringe Änderungen ergeben sich nur in leicht absinkenden Ho-Gehalten und höheren Gr-, St-, Tu-, Ru- und Zi-Werten, die z.T. durch Korngrößeneffekte zu erklären sind.

3. Neben der unterschiedlichen Schwermineralverteilung im Vertikalprofil ließen sich außerdem regionale Änderungen des Schwermineralbildes nachweisen, die durch Transportauslese bedingt sind und deshalb eine Aussage über die Schüttungsverhältnisse zur Zeit der SBM ermöglichen. In guter Übereinstimmung mit den Korngrößenanalysen ergibt sich für die Mehlsande, den Aussüßungshorizont und die Schillsande eine ungefähr nördliche, für die Glimmersande eine nordwestliche Schüttungsrichtung.

4. Eine Mineralauslese durch Verwitterung oder Diagenese darf für alle untersuchten Schichteinheiten der OMM und SBM ausgeschlossen werden. Nur im NE-Teil des Arbeitsgebietes zeigen die Glimmersande eine abweichende Schwermineralverteilung, die möglicherweise auf eine postsedimentäre Ver-

witterungsauslese zurückzuführen ist.

5. Korngrößenunterschiede im Aufbau des Sedimentes wirken sich nur auf die Gr-, untergeordnet auch auf die St-Führung aus. Durch eine getrennte Auswertung des Gr-Anteiles lassen sich Korngrößeneffekte für die übrigen Mineralien nahezu ausschalten. Vor allem die für die Auswertung wichtigsten Mineralien Ep und Ho bleiben durch eine unterschiedliche Kornverteilung nahezu unbeeinflußt.

6. Der von früheren Autoren erwähnte Einfluß des Moldanubikums auf die Mineralführung der brackischen Ablagerungen in den nördlichen Randgebieten des Molassetroges konnte in den untersuchten Proben nicht nachgewiesen werden. Der Grund liegt vermutlich im Mangel an Aufschlüssen in unmittelbarer Nähe der kristallinen Gesteine.

Literaturverzeichnis

ANDEL, Tj. H.v. & WEYL, R.: Zur Frage der Schwermineralverwitterung in Sedimenten. - Erdöl und Kohle 5, Hamburg 1952.

ANDREE, H.: Die Schwermineralien der älteren oberbayerischen Molasse. - N.Jb. Min. usw. Beil.-Bd. 71 A, Stuttgart 1936.

ANDREE, H. & CLAUS, G.: Ein Zentrifugengefäß aus Messing zur Mineraltrennung nach dem spezifischen Gewicht. - Zbl. Min. usw. Abt.A, Stuttgart 1935.

CLAUS, G.: Schwermineralien aus kristallinen Gesteinen des Gebietes zwischen Passau und Cham. - N.Jb. Min. usw. Beil.-Bd. 71 A, Stuttgart 1936.

DÜRR, F.: Schwermineralführung württembergischer Böden. - Diss. Mskr., Kiel 1953.

EDELMANN, C.H.: Ergebnisse der sedimentpetrologischen Forschung in den Niederlanden und den angrenzenden Gebieten 1932-1937. - Geol. Rdsch. 29, Stuttgart 1938.

EDER, M.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im niederbayerischen Tertiär, Blatt Fürstenzell/Osthälfte. - Dipl.Arb. Mskr., Univ. München 1954.

ENGELHARDT, W.v.: Die Untersuchung wasser- und windsortierter Sande auf Grund der Korngrößenverteilung ihrer leichten und schweren Gemengteile. - Chemie der Erde 12, Jena 1939/40.

- Geologische Aufschlußarbeiten im Molassebecken mit sedimentpetrographischen Methoden. - Erdöl und Kohle 4, Hamburg 1951.

FÜCHTBAUER, H.: Transport und Sedimentation der westlichen Alpenvorlandmolasse. - Heidelbg. Beitr. Min. usw., Berlin, Göttingen, Heidelberg 1954.

GRIMM, W.D.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen in der Oberen Süßwassermolasse zwischen Rott und Inn. - Beih. Geol. Jb. 26, Hannover 1957 (1957 a).

- Sedimentpetrographische Untersuchungen der Molassebohrungen Schwabmünchen 1, Siebnach 1 und Rieden 1. - Sonderdr. Geol. Bav. 33, München 1957 (1957 b).

KÖLBL, L.: Untersuchungen über die Verteilung von Schwermineralien im niederbayerischen Tertiär. - N. Jb. Min. usw. Beil.-Bd. 79 A, Stuttgart 1948.

KÖSTER, E.: Mechanische Gesteins- und Bodenanalysen. - München 1960.

KRUMBEIN, W.C. & PETTIJOHN, F.J.: Manual of Sedimentary Petrography. - New York 1938.

KLEINSORGE, H.: Beitrag zu den Methoden der Deutung schwermineralanalytischer Befunde. I. Die Sande der Enz im nördlichen Schwarzwald. - Mitt. Geol. Staatsinst. Hambg. 16, Hamburg 1937 (1937 a).

- Beitrag zu den Methoden der Deutung schwermineralanalytischer Befunde. III. Granatstrand säume von der Ostsee bei Niendorf. - Mitt. Geol. Staatsinst. Hambg. 16, Hamburg 1937 (1937 b).

LEMCKE, K., ENGELHARDT, W.v. & FÜCHTBAUER, H.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Westteil der ungefalteten Molasse. - Beih. Geol. Jb. 11, Hannover 1953.

LINCK, G. & JUNG, H.: Grundriß der Mineralogie und Petrographie. - Jena 1954.

MILNER, H.B.: Sedimentary Petrography. - London 1952

NEUMAIER, F. & WIESENEDER, H.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im niederbayerischen Tertiär. - Sitz.- Ber. Bayer.Akad.Wiss., Math.-Naturw.Abt., München 1939.

NIGGLI, P.: Gesteine und Minerallagerstätten. - Bd. II, Basel 1952.

PETTIJOHN, F.J.: Sedimentary Rocks, New York 1957.

RICHTER, W.: Zur Methodik der Schwermineralanalyse von sandigen Sedimenten. - Zbl. Min. usw. Abt. A, Stuttgart 1939.

RITTER, L.: Sedimentpetrographische Untersuchungen an Molassegesteinen von Niederbayern und Oberösterreich. - Diss. Mskr., Univ. München 1953.

RUCHIN, L.B.: Grundzüge der Lithologie. - Berlin 1958.

SCHAUERTE, E.: Geologische Untersuchungen in der ungefalteten Molasse Ostniederbayerns unter besonderer Berücksichtigung des Positionsblattes Haidenburg 1:25ooo. - Dipl. Arb. Mskr., Univ. München 1961.

SCHEIDHAUER, W.: Gravitative Auslesevorgänge bei der Sedimentation von Sanden. - Chemie der Erde 12, Jena 1939/4o.

SCHIESSL, K.-H.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Blatt Pleinting 537 / Niederbayern. - Dipl. Arb. Mskr., Univ. München 196o.

SCHMEER, D.: Zur Gliederung der Oberen Süßwassermolasse Bayerns mittels Schwermineralien. - Z.dtsch.geol.Ges. 11o, Hannover 1958.

SINDOWSKI, K.H.: Sedimentpetrographische Methoden zur Untersuchung sandiger Sedimente. - Geol. Rdsch. 29, Stuttgart 1938 (1938 a).

- Über die Verwitterbarkeit der Schwermineralien. I und II. - Z.dtsch.geol.Ges. 9o, Hannover 1938 (1938 b).

- Grundsätzliches zur Schwermineralanalyse der diluvialen Rheinterassen und Löße. Über die Verwitterbarkeit der Schwermineralien, III. - Z.dtsch.geol.Ges. 92, Hannover 194o.

TRASK, P.D.: Origin and environment of source sediments of petroleum. - Houston (Texas) 1932.

TRÖGER, W.E.: Über die Zulässigkeit des Schlämmverfahrens bei der quantitativen Schwermineralbestimmung in Sedimenten. - Chemie der Erde 12, Jena 1939/4o.

- Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale, Teil I. - Stuttgart 1956.

WASMUND, E.: Die Schwermineralagerstätten der deutschen Küsten. - Geol. Rdsch. 29, Stuttgart 1938.

WEYL, R.: Zur Ausdeutbarkeit der Schwermineralvergesellschaftung. - Erdöl und Kohle 2, Hamburg 1949.

WEYL, R.: Schwermineralverwitterung und ihr Einfluß auf die Mineralführung klastischer Sedimente. - Erdöl und Kohle 3, Hamburg 1950.

- Zur Frage der Schwermineralverwitterung in Sedimenten. - Erdöl und Kohle 5, Hamburg 1952.

- Die Schwermineralassoziation der Liether Kaolinsande. - Erdöl und Kohle 6, Hamburg 1953.

WIESENEDER, H.: Die Verteilung der Schwermineralien im nördlichen inneralpinen Wiener Becken und ihre geologische Deutung. - Verh. geol. Bundesanst., Wien 1952.

- Über die Veränderung des Schwermineralbestandes der Sedimente durch Verwitterung und Diagenese. - Erdöl und Kohle 6, Hamburg 1953.

WIESENEDER, H. & MAURER, I.: Ursachen der räumlichen und zeitlichen Änderung des Mineralbestandes der Sedimente des Wiener Beckens. - Eclog. Geol. Helv., Sonderdr. Vol. 51, Basel 1958.

WOLF, W.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im niederbayerischen Tertiär. - Diss. Mskr., Univ. München 1956.

ZÖBELEIN, H.K.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im niederbayerischen Tertiär. - J.Jb. Min. usw. Beil-Bd. 84, Stuttgart 1940.

Anhang

Schwermineraltabellen

Abkürzungen s.S. 11; + = Mineralien unter 1 %
Zur Lage der Aufschlüsse siehe beiliegende Aufschlußkarte

Obere Meeresmolasse

Blättermergel und Glaukonitsande

Nr.	Ep	Zs	St	Ap	Di	Tu	Ho	Zi	Ru	Ti	Sonstige	Gr	Op	Gew
4o	46	1	4	9	3	3	27	+	+	5	4Gl, 1Ad	5	9	8
41	51	1	2	7	3	3	28		+	5	1Ad	7	12	8
63	62	2	2	8	1	3	16	1	+	5	1Gl, 1Ad	11	19	44
94	51	1	4	9	2	3	26	+	+	3	1Gl, 2As, 1Ad	7	6	26
1o4	53	1	4	11	1	1	22		1	5	3Gl, 1As, 1Ad	9	14	35
11o	66	+	2	3	1	1	24	1		2	1Gl	3	16	36
125	51	+		5	1		36	1	+	4	2Gl, 2Ad	13	12	62
126	59	1	3	4		2	28	2	+	1		16	2o	56
194	54	+	1	2	1	2	36	1	1	2		17	16	65
217	54	1	3	7	1	2	27	+	+	4	3Gl	8	9	59
3oo	64			2	+	2	28	1	1	2	1Ad	16	15	58
3o1	59		1	3	1	+	29	2	2	3	1Gl, 1Si	34	23	115
377	46	+	+	9	1	1	39	+		4	1Gl, 1As	6	15	39
378	48	+	1	13		3	33	+	+	2	1Gl	2	5	32
395	62	+	3	7	1	1	2o	4	1	1		26	27	1o6

Süßbrackwassermolasse

Mehlsande

Nr.	Ep	Zs	St	Ap	Di	Tu	Ho	Zi	Ru	Ti	Sonstige	Gr	Op	Gew
26	27	1	6	13	2	3	44	+	2	2	1As	2o	4	51
39	44	+	4	13	3	2	28			4	2Gl, 2Ad	2o	186	1o
458	4o	+	3	13	1	2	34	1	1	4	4Gl, 1Ad, 1As	6	7	8
53	23	1	4	1o	3	4	48	1	3	3	1As	12	35	17
35	49	+	5	23	3	6	5	1	5	2	1Ad, 4As	14	26	19
7o	5o	+	12	1	8	6	19	+	2	1	4Ad	2	1o	7
65	38		1o	15	4	2	26	1	2	2	1Ad	16	48	7
74	28	+	9	17	3	3	3o	+	5	4	2Ad, 1Si	4	331	15
75	32	+	7	17	2	3	33	+	2	3	5Ad, 1As	4	31	27
46	27	1	5	11	1	3	47	+	1	4	1Gl	22	85	42
57	39	1	11	2	3	1o	24		3	4	12Ad	1o	3o	14
59	55	1	3	7	+	2	26	+	+	3	3Gl, 7Ad	6	15	8
61	57	+	4	13	1	3	17	1	+	3	3Gl, 2Ad	7	15	11
72	36	1	7	16	3	6	23	+	4	3	1Ad	6	36o	12
118	44	+		1o	2	1	42		1	+	1Gl, 1Ad	1o	61	15
13o	23		4	15	1	3	5o		1	3	2Gl	16	19	41
85	29	2	4	14	2	4	4o	1	+	3	1Gl, 3Ad	15	13	19
173	44	+	7	12		2	32	+	+	3	1Gl	13	51	11

Nr.	Ep	Zs	St	Ap	Di	Tu	Ho	Zi	Ru	Ti	Sonstige	Gr	Op	Gew
90	30		4	10	1	1	50		1	3	2Gl	8	13	14
91	46	+	2	14	1	3	30	1	+	2	5Ad	10	12	24
108	34	1	4	6		3	49	+		3	1Gl, 1Ad	6	396	38
207	47	+	1	10	+	2	34			4	5Gl, 3Ad	5	10	29
294	27	+	1	11	+	3	52		1	3	5Gl, 1Ad	3	13	37
299	28	1	3	8	2	1	51		2	3	1Gl, 2Ad	19	30	37
216	25		1	7	1	1	63		+	2	2Gl	5	10	31
127	59	+	2	9		1	23	1	1	1	1Gl, 5Ad	15	95	57
459	60	+	2	8	+	1	23	1	+	2	2Gl, 16Ad	13	15	56
196	26	1	1	9	+	3	55	+	+	4	2Gl	1	21	29
222	43		2	10		1	40	+	+	3	2Gl, 1Ad	3	106	22
273	12					5	78	3			1Gl	5	25	52
275	27		1	9	+	3	55		+	3	1Gl, 3Ad	2	12	29
277	25	+	5	21	2	3	38		2	3	3Ad, 1As	22	8	80
279	32		9	9	1	4	38		2	5	1Ad	1	19	58
309	22	+	1	7	1	1	64	+	+	2	3Gl, 3Ad	2	11	31
310	44	+	1	9	1	2	40	+	+	2	4Gl	1	9	18
311	21	1	1	8	1	2	62	+	1	1	5Gl, 1Ad	1	18	34
259	40	1	1	8	+	4	41	+	+	2	3Gl, 8Ad	2	10	28
245	39	1	+	10	1	2	43			2	4Gl, 2As	4	12	23
211	31		+	4		3	58	+		3	3Gl	2	11	17
246	42	1	+	12		2	38	+	1	3	2Gl, 4Ad	4	10	22
415	23	+	1	11	+	1	60		+	2	8Gl, 1As	4	10	38
449	20	+		12		2	62		+	3	2Gl	4	15	49
325	33	1	1	8		3	50		+	2	3Gl, 2Ad, 1As	3	11	35
315	27		1	10		2	58	+		2	2Gl, 2Ad	4	11	32
268	28	1	1	6	+	1	58		1	1	3Gl, 5Ad	1	11	33
402	9			3		1	84			2	3Gl	+	8	62
403	31		1	9		1	53		1	3	4Gl	+	6	45
401	53	+	2	8	1	2	32	+		2	4Gl	4	8	28
321	40	1	1	10		1	43	1		3		2	16	15
320	26	1	+	12	+	2	54			3	8Gl, 1Ad	2	7	31
443	30	+	2	14		2	45		2	4	1Gl	8	16	55
444	39		1	11		2	42		1	4	1Gl	1	14	40
426	31	1	1	12	1	1	39		+	5	5Gl	4	7	37
351	29	2	1	11		2	51	+	+	3	1Gl, 4Ad	1	11	40
358	52	1	2	10		2	30		+	2	4Gl, 1Ad	1	6	31
353	51	1	2	8		2	33	+		2	4Gl	4	3	58
361	12		1	6		1	76			2	4Gl	4	11	48
410	15			13	1	1	67			2	2Gl	+	4	68
370	17	1	1	6	1	2	69		+	2	5Gl, 1As	2	10	30
450	28			10		1	58			2	5Gl	1	10	45
397	53	+	8	12	+	2	26	+		4	3Gl	15	10	71
394	22	+	+	6	1	2	67			1	2Gl	4	13	41
442	34		+	10		2	50			3	5Gl	3	9	41
446	20	1	1	11		4	58		+	4	2Gl	3	14	53
445	41	1	1	10	+	2	40			3	6Gl	4	7	35
389	51	+	2	10	+	3	31		+	2	3Gl	2	7	36
375	25	1	2	7	+	2	59			3	4Gl	3	9	33
460	46	1	1	11	1	4	32		+	4	1Gl	4	8	39
461	50	+	1	10	+	3	32	+	+	3	5Gl, 1Ad	3	5	32

Schillhorizont

Nr.	Ep	Zs	St	Ap	Di	Tu	Ho	Zi	Ru	Ti	Sonstige	Gr	Op	Gew
26o	29	+	6	16	2	4	39	+	1	3	1As	19	4	65
316	25	+	6	11	2	4	45	+	3	4		13	9	48
326	32	+	2	9	3	2	49	+		3	2Gl	11	5	52
359	42	+	1	1o	2	1	39	1	1	2	3Gl	9	4	56
369	25	+	4	11	1	3	52	+	2	2		17	1o	36
374	3o	+	6	9	1	2	48	1		3	1Gl, 1Ad	12	6	43
4oo	29		2	15	2	3	46	+	1	2	1Gl	11	1o	27
418	31		3	14	3	2	37	1	+	2		1o	9	56
427	41	+	2	8	1	2	44	1	+	1	1Gl, 1As	7	5	65
437	37	1	2	7	1	3	47	+		2	1Gl	4	5	52

Glimmersande

Nr.	Ep	Zs	St	Ap	Di	Tu	Ho	Zi	Ru	Ti	Sonstige	Gr	Op	Gew
17	31	4	13	2o	4	5	14	2	2	5	1Gl, 1Ad, 1As	65	2o	76
15	2o	1	12	21	8	2	27	1	1	6	3As	23	1o	2o
22	24	+	18	16	1	9	25	1	1	5		53	13	58
133	28	+	5	14	2	3	33	2	4	9		61	2o	23
454	37	1	12	1o	3	3	28		4	2		4	28	39
25	3o	2	9	12	2	1o	31	1	1	2	1Gl, 1Ad	18	22	33
24	34	2	16	14	2	3	22		2	5	1Ad, 1As	39	23	87
31	25	1	13	14	+	6	31	2	3	5	1Gl	54	23	39
43	28	1	13	15	3	5	32	+	1	2		3o	1o	5o
44	29	1	15	16	4	4	23	1	4	3		87	38	42
49	26	2	8	1o	1	4	44		3	+	1Gl, 1Ad, 4As	44	17	23
36	24	2	8	13	5	2	38	+	3	4		41	17	12
42	36	1	1o	11	1	8	25	1	3	4		22	21	42
34	31	2	2o	1o	4	8	12	4	3	6		2o	36	3o
462	4o	1	6	21	3	13	12	1	3			16	2o	19
55	27	1	11	23	2	9	22	+	1	3	4Ad	6	14	32
67	28	1	14	13	2	3	3o	+	2	5		55	21	59
66	33	1	18	3	4	7	26		4	4	1Ad	6	22	15
62	35	2	19	9	2	11	19	+	1	2	1Gl, 1As	4	17	12
73	34	2	21	3	2	12	23		+	3	1Ad	1	21	12
463	25	4	1o	13	1	5	38	1	1	1	1Gl, 2As	3	15	27
64	53	3	13	1	2	5	16	+	1	4	4Gl, 3Ad, 1As	3	26	18
76	41	2	24	9	2	5	1o		3	2	3Ad	2	19	24
77	43	3	17	1	2	7	18		5	4	1Ad, 1As	1	45	23
136	35	1	2o	14	3	9	8	2	2	6		13	32	18
135	33	1	16	1	3	8	26	4	2	6	1Ad	7	39	14
138	26	1	14	12	4	2	35	2	1	3		51	2o	38
1o2	23	1	14	8	2	4	43		1	3	1As	53	18	28
1o3	27	1	8	11	3	5	37	1	3	4	1Ad	11	16	18
56	28	1	16	12	1	7	32		2	1		25	17	26
2o8	36		1o	19	2	5	23	+	1	4	1As	29	3o	29
15o	38	1	24	8	9	3	3	2	7	3		3	46	34
142	23	2	8	2o	2	5	35	+	1	4		21	19	69
144	32		11	9	1	5	35		+	7		33	17	59

Nr.	Ep	Zs	St	Ap	Di	Tu	Ho	Zi	Ru	Ti	Sonstige	Gr	Op	Gew
153	42	1	9	7	5	7	26	+	+	3	1As	3	15	32
121	31	1	9	16	3	5	28	1	+	6	1As	2o	16	23
12o	26		1o	12	4	5	35	2	1	5	1Ad	9	1o	21
119	38	2	6	14	2	5	27	+	+	6		1o	9	18
169	39	1	9	12	3	7	25		1	3		4	17	51
17o	24	+	1o	7	4	4	44	1	2	4	1Si	28	28	39
456	27	+	7	16	2	3	44		+	1		26	14	43
87	23	1	11	19	1	5	35		2	3		26	14	41
112	3o	1	11	15	+	4	35		1	3		19	8	39
113	34	1	14	1	2	6	34	+	4	4		5	27	12
174	45		1o	15	2	6	15		1	6	1Gl	13	19	32
172	42	+	17	11	5	7	13		1	4	1Gl	2	21	36
179	42	+	11	9	2	5	25	2	1	3		5	2o	33
178	34	1	12	18	4	7	18		1	5		23	13	54
21o	36	2	5	7	5	3	37		1	4	1Gl	5	1o	38
156	35	1	18	5	4	5	25	2	1	4	1Gl, 1As	2	32	25
95	38	1	11	6	1	1o	29		1	2	2As	1	17	25
1o6	37	2	15	11	+	6	26		2	1		2	16	19
96	32		12	1o	4	4	29		4	5	1Ad	8	34	37
1o9	31	1	9	3	2	7	39	1	2	5	3Ad	3	14	2o
98	54	1	9	12	1	4	15			4	1Gl	7	9	26
2o6	35	1	7	15	4	7	25		2	4		2	22	16
2o2	4o	1	1o	2	3	7	31	+	1	5		3	2o	46
239	28	1	4	9	3	1	49	+	2	3		49	26	22
18o	31		6	15	1	5	38	+	1	3		4o	19	67
181	31	+	11	12	2	5	34		2	3	1As	44	2o	72
182	28	1	12	13	2	5	34	+	3	2		58	32	1o1
183	31	1	9	1o	3	6	34	2	1	3		49	21	8o
184	3o	1	11	8	4	2	38	+	2	3	2Gl	46	22	63
185	31	+	1o	1o	1	2	39		2	4	2Gl	52	22	65
186	2o	1	8	1o	5	3	45	2	1	5		51	28	2o
187	3o	1	15	8	1	2	39		1	2	1Gl	52	35	41
188	32	1	13	15	2	3	26	2	1	5		42	27	53
189	26		15	9	2	+	44	+	2	2		76	26	4o
297	32	1	13	6	2	5	36	1	1	3	1Si	16	24	32
298	27	1	1o	13	1	3	41	1	1	2		28	16	59
3o2	27	1	1o	13	2	3	38	1	2	3		5	12	38
213	25	1	8	11	2	1	48			4		18	15	42
3o4	22	+	7	11	1	3	52		1	3		16	11	44
3o3	27	1	8	19	2	5	31		2	5	1Ad	22	19	66
147	34	+	14	9	3	4	27	2	2	4	2As	7	15	48
159	3o	1	15	17	3	5	25		1	3	1Ad, 1Si	37	19	64
16o	27	1	11	15	5	7	29	+	+	5		21	17	45
116	32	1	13	16	1	6	26	+	1	4		24	1o	39
27o	28	3	15	5	4	5	33	2	2	3	1Ad, 1Si	3	29	16
271	34	+	17	4	6	1o	26	+	+	3	1As	3	3o	23
289	27	+	13	1o	2	3	41		2	1	3Ad	65	15	69
22o	3o	+	12	6	1	2	44	1	1	2	2Gl	45	29	25
218	29	1	6	7	2	4	47		1	3		18	9	45
193	42	1	18	2	3	1	26		2	5	1As	1	45	13
224	23	1	7	1o	1	5	5o	1		2	2Gl	1	21	26
129	29	1	1o	11	2	3	4o	+	1	3		18	1o	22
199	27	+	9	11	1	4	45	+	1	2		25	17	56
241	26	2	6	9	4	2	47	1		3	1As	6	1o	26

Nr.	Ep	Zs	St	Ap	Di	Tu	Ho	Zi	Ru	Ti	Sonstige	Gr	Op	Gew
197	22	+	5	9	3	3	54	+	1	3		34	23	13
255	27	1	7	6	2	4	48	2	2	1		17	31	9
464	26	2	8	11	2	4	41		1	3	3As	1	28	58
28o	31	1	9	11	1	5	39	+	1	2	1Ad, 1As	2o	11	4o
313	31	+	7	14	1	4	37	1	2	3	1Ad, 1As	16	18	4o
256	21	2	3	16	1	3	48	2	1	3	2As	16	11	35
263	25	2	9	17	3	4	36	1	+	3	1As	1o	9	36
253	33	+	12	13	2	2	31	2	2	3		17	25	54
413	24		6	16	3	4	39	1	4	1	2Ad	1o8	39	45
327	22	+	9	7	4	2	49	+	2	3	5Ad	75	31	14
416	24	1	8	11	1	5	48	1	1	+		33	13	54
417	29	+	8	14	1	4	41	1	2	1	1Ad	47	19	69
451	2o		11	13	1	1	5o	+	2	2	2Ad	43	28	4o
324	22		8	11	22	2	51	+	1	3		14	17	51
318	25	+	11	11	4	4	42	+	1	2	2Ad	2	1o	18
4o4	28	+	1o	1o	3	4	38	2	3	1	2Ad	116	4o	51
264	18	1	7	1o	3	3	5o	2	2	4	1Ad	54	22	36
265	24		19	3	5	4	35	2	4	4	2Gl, 1Ad	24	26	51
398	3o	+	7	11	2	5	42		1	2	1Ad	18	12	42
322	28		7	12	2	3	43	1	1	3		18	12	38
391	28		6	11	3	1	44	1	2	2	2Gl, 3Ad	33	19	13
392	3o	1	8	15	1	3	34	1	3	3	3Ad, 1As	4o	26	58
435	23		8	8	3	2	51		1	2	2Ad, 1Si	69	18	44
439	2o		14	6	2	3	5o	1	+	1	7Ad	69	24	46
424	19		12	6	4	1	53	+	2	+	9Ad	88	25	26
421	17	+	12	1o	4	2	52	+	+	1	7Ad	6o	22	26
42o	17		7	7	3	2	62	+	1	1	1Ad	28	2o	24
355	26	1	8	12	1	2	45	1	2	1	3Ad	43	18	72
362	45	1	3	6	2	2	38	1		2	1Gl	5	7	3o
4o7	17		13	6	5	2	52	+	2	1	5Ad	1o3	32	43
4o9	14		1o	1o	2	3	52	2	5	+	3Ad	115	73	23
4o6	22		15	6	4	2	48	+	1	1	2Ad	86	21	28
379	23		11	3	7	4	45	+	2	1	8Ad	134	2o	26
364	2o	+	13	7	4	2	47	+	3	1	4Ad	1o1	18	51
365	2o		25	2	4	2	37	2	4	+	9Ad, 1Si	336	37	146
366	2o		1o	5	4	1	47	2	3	1	23Ad, 2Si	166	33	67
367	22	+	13	11	2	2	45	1	1	1	8Ad, 1As, 1Si	46	14	65
386	22	+	9	9	1	3	49	1	3	2	4Ad	31	12	49
349	2o		9	14	4	2	42	2	3	2	3Ad, 1As	9o	29	75
342	23		12	6	4	3	45	1	3	2	2Ad	91	23	5o
331	21	+	8	15	2	2	47	+	2	3	1Ko	29	2o	48
332	22	+	8	13	3	4	44	+	3	3		38	25	52
333	22		1o	16	4	4	4o	+	2	2	2Ad, 1As	33	13	46
334	22		11	18	2	3	37	+	3	2	2Ad, 2As	58	16	64
335	24	2	6	14	3	3	45		1	2	1Ad	34	22	39
336	25		12	6	5	3	47		2		1Ad, 1Si	66	23	39
441	2o	1	1o	15	1	3	46		1	3		42	17	67
436	48	+	1	11	1	1	34	1		3		7	7	78
388	33	1	12	14	3	4	3o		+	3		29	12	55
465	19		14	5	4	2	48		2	2	7Ad, 2Si	124	22	3o
373	21	+	5	12	1	4	53	+	1	3	1Ad	22	11	5o

Aussüßungshorizont

Nr.	Ep	Zs	St	Ap	Di	Tu	Ho	Zi	Ru	Ti	Sonstige	Gr	Op	Gew
16	2o	1	12	8	4	2	35	2	4	12		35	1oo	14
18	3o	1	11	1o	4	2	34	+	3	4	2As	42	38	16
37	24	+	8	1o	5	8	38	+	2	5	1As	17	35	25
5o	24	+	9	6	1	5	48	1	3	3	1As	75	27	47
145	33		8	1o	3	2	38		3	3	1As	57	23	68
148	34	1	17	12	1	7	21	1	2	4		21	23	21
175	31	2	14	9	1	2	33	+	3	5		75	36	1o1
19o	3o		15	9	4		38		3	1		74	31	57
266	29	+	1o	6	4	2	42	1	2	4		97	35	64
291	34		18	5	3	2	31	1	3	2	1Ad	156	27	154
329	2o	+	1o	7	3	5	5o	1	3	1	1Ad	1o2	26	44
337	23	+	16	1o	3	4	38	1	4	1		116	33	55
386	26	1	15	5	4	4	38	1	3	2	1Ad	135	36	57
414	27	+	9	21	2	6	27	1	5	2		96	28	65
419	19		16	4	8	4	4o		4	2	1Ad	22o	46	115
425	23	+	4	16	3	4	42	1	3	4	2Ad	19	23	76
431	21	1	6	15	2	6	43	+	2	4	1Gl	43	35	64
438	2o	1	8	8	3	3	52		1	1	3Ad	55	13	25

Schillsande

Nr.	Ep	Zs	St	Ap	Di	Tu	Ho	Zi	Ru	Ti	Sonstige	Gr	Op	Gew
1	41	+	7	2o	2	5	19	+	2	3	3Ad, 1As, 1Ko	24	18	14
3	45	2	4	18		3	19		5	3	1Ad	21	34	34
2o	33		3	24	1	5	27		5	2	1Gl	1o	18	71
51	27	1	4	2o	1	4	38		3	2		14	3o	14
38	26	1	7	17	1	6	31	1	5	4	3Ad	16	46	1o
32	43	1	13	18	3	8	7	+	4	3	1Ad	7	24	25
8o	27	1	6	18	+	6	38		2	2	2Ad	25	2o	42
79	33	1	6	2o	1	5	29	+	3	2	1Ad	4o	28	43
13	3o	+	6	13	1	3	37	+	5	5	2Ad, 1As	3	4o	1o
14	31		9	1o	2	3	34	+	6	5		3	36	8
6	41		8	13		1	24	1	5	6	1Gl	33	23	12
7	39	+	9	16	3	4	2o		5	4	1Gl, 1As	29	29	11
8	32	+	9	17	2	3	22	1	6	8		4	22	22
9	31	+	7	16	2	4	3o	1	4	5		5	18	18
11	3o	1	7	21	3	2	25	+	7	4	1Ad	32	65	8
4	35	1	5	21	1	4	26		2	4	4Ad	22	15	22
27	28	+	4	18	1	8	33	+	4	4	1Ad	71	18	3o
1o	3o	1	13	19	1	3	24	1	3	4	4Ad	55	39	28
28o	32		7	9	2	4	41	1	2	1	4Ad	21	21	24
29	33	+	3	21	2	6	27	+	5	3	1Ad, 1As	17	2o	42
23	34	1	8	25	1	5	19		3	4	1Gl, 1Ad	22	1o	68
152	38	1	9	26	1	7	1o	+	3	5		26	12o	494
146	31	+	16	12	5	5	27		2	1	3Ad	61	86	1o2
14o	28		6	17	2	3	34		5	5		27	23	112
82	27	1	5	18	1	4	38		3	3		24	26	32
122	32	+	9	15	3	4	3o	1	4	2		56	31	41
154	45	2	9	4	2	5	26	+	3	3	1Gl, 2Ad	7	19	46

Nr	Ep	Zs	St	Ap	Di	Tu	Ho	Zi	Ru	Ti	Sonstige	Gr	Op	Gew
284	35		5	17	1	6	32	1	1	2	2Ad	27	26	64
282	28		9	16	2	4	35	+	2	3	3Ad	43	29	55
191	31	+	5	2o	1	5	29	+	5	4		24	22	73
3o6	2o		5	11	1	1	57	+	5	+		13	42	55
3o7	29	+	9	21	1	5	3o	1	1	2	1Ad	29	4o	76
124	24	1	4	12	3	3	41	+	9	3		19	31	27
157	47	1	1o	3	2	8	21	1	3	3	7Ad	3	29	27
219	22		4	11		5	48	1	7	2		6	11	82
229	24	+	6	21	+	9	35	+	2	3		22	16	1oo
457	18	1	4	15	1	5	52		1	3	1Ad, 1Si	18	11	75
242	12		1	5	1	1	78	-	2			7	23	75
198	4o		5	11	2	4	3o	+	4	4		14	2o	19
466	29	1	5	2o	1	4	35	1	2	2	2Ad	21	24	8o
314	28		9	19	1	5	31	+	4	3	1Ad	28	33	62
25o	28	+	6	2o	4	5	31	+	2	3	4Ad	14	4o	48
412	24		8	16		2	34		14		1As	2o	78	5o
248	29	1	2	11	2	3	44	1	4	3		9	5	9o
4o5	31	+	4	16	2	4	36	1	4	2		21	53	7ŏ
429	21	+	5	11	2	2	56		1	2		13	15	1o2
433	23		3	12	+	1	58	+	1	2		1o	16	87
423	2o		3	14	2	2	54	+	2	3		13	9	1o9
38o	28		7	15	2	5	4o		2	1		26	36	63
363	29	+	8	25	2	4	26	+	3	3		18	32	39
339	3o	1	5	21	2	3	33	1	2	2	1Ad	35	28	1o2
346	29	+	8	18	1	4	32	1	2	5		25	31	84
338	24		2	1o	1	3	54	1	3	2	1Ad	1o	18	87
384	36		8	13	2	4	33	1	1	2		3o	37	75

Unio-Sande

Nr.	Ep	Zs	St	Ap	Di	Tu	Ho	Zi	Ru	Ti	Sonstige	Gr	Op	Gew
2	24	1	6	13	3	2	47	2		2	1Ad	26	13	44
5	29	1	9	8	3	3	38	2	2	5		2	12	24
12	34	2	16	1o	2	3	17	2	4	1o	3As	5	3o	7
21	3o	2	7	12	2	5	34	2	2	4	1As	12	14	34
162	24	1	9	11	3	6	39	+	3	3	2As	51	24	62
226	25		8	11	1	1	5o		1	2		31	16	7o
231	3o	1	7	15	2	7	35		1	2		24	2o	64
233	3o		11	1o	1	5	4o		+	3		25	18	8o
236	27		11	9	1	1	45	1	3	1	2Ad	62	26	58
237	32	1	5	18	1	3	33	1	1	5	1Ad	34	16	62
248	37		7	12	4	7	27	1	1	4		8	17	45
287	23	+	9	15	2	3	41	1	3	2	2Ad	3o	17	44
383	27	+	8	15	3	4	38	1	2	2		47	14	68
467	31	1	4	16	3	7	25	1	5	7		14	8	42

Lebenslauf

Am 5. November 1933 wurde ich, Karl-Heinz Rudolf S c h i e ß l, als Sohn des Ingenieurs für Maschinenbau Josef Schießl und seiner Ehefrau Emma, geb. Schönhensch, in Dessau geboren.

Von 1940 bis 1944 besuchte ich die Volksschule, zunächst in Dessau, nach unserer Evakuierung in Schmiedefeld, Kreis Saalfeld. Im Herbst 1944 trat ich in die Oberschule in Gräfenthal, Kreis Saalfeld, über. Im Mai 1945 zogen wir zu den Eltern meines Vaters nach Ohu, Kreis Landshut, wo ich bis 1946 in Ahrain nochmals die Volksschule besuchte. Im September 1946 trat ich dann in das "Alte Gymnasium" in Regensburg ein. Von dort wechselte ich im Februar 1953 an das "Humanistische Gymnasium" in Landshut, an dem ich im Juni 1954 die Reifeprüfung ablegte.

Im Wintersemester 1954/55 begann ich das Studium der Geologie an der Ludwig-Maximilians-Universität in München und legte im Februar 1957 die Diplom-Vorprüfung ab. Während des Wintersemesters 1957/58 studierte ich an der Universität in Wien; anschließend setzte ich mein Studium in München bis zur Diplom-Hauptprüfung im November 1960 fort.

Meine akademischen Lehrer waren:

an der Universität München G. ANGENHEISTER, R. DEHM, G. FISCHER, K.v. FRISCH, W. GERLACH, H. HAGN, R. HUISGEN, E. KRAUS, H. LOUIS, K. MÄGDEFRAU, A. MAUCHER, G. MENZER, F. NEUMAIER, H.-J. SCHNEIDER, K. SEEBACH, E. WIBERG, W. ZEIL.
an der Technischen Hochschule München H. BECKMANN, R. GISTL, W. HOFMANN, P. SCHMIDT-THOMÉ,
an der Universität Wien H. WIESENEDER, E. ZIRKL.